TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO ILUSTRADAS

Francis D. K. Ching

Cassandra Adams

2ª Edição

1

O LOCAL DA EDIFICAÇÃO

Ao planejar o projeto e a construção de uma edificação, devemos considerar cuidadosamente as forças ambientais que o contexto físico dessa edificação - a sua localização. Apresenta localização geográfica de um terreno, a topografia, a vegetação, o clima, a orientação solar e a orientação dos ventos predominantes influenciam as decisões em um estágio inicial do processo de projeto. Essas forças ambientais podem ajudar a definir a forma de uma edificação, articular o seu limite, estabelecer sua relação com o plano do solo e sugerir a maneira como seus espaços interiores são arranjados.

Além das forças ambientais, podem existir forças reguladoras provenientes das diretrizes de zoneamento. Esses regulamentos podem prescrever os usos aceitáveis para o local de uma edificação, bem como limitar o tamanho e a forma da massa da edificação e onde a mesma pode ser localizada no terreno.

Neste capítulo são apresentadas melhorias no terreno que modificam o acesso e o uso de uma edificação, definem os limites dos espaços exteriores e relacionam a edificação com o plano do solo. Esses detalhes de construção estão intimamente relacionados ao projeto em si e podem ser vistos como extensões lógicas da maneira como a edificação é feita.

1.2 O LOCAL DA EDIFICAÇÃO: FATORES AMBIENTAIS

FATORES GEOGRÁFICOS:

SOLO

O tipo de solo afeta:

- o tipo e o tamanho do sistema de fundação de uma edificação
- a drenagem das águas subterrâneas e superficiais
- os tipos de vegetação capazes de crescer no local

TOPOGRAFIA

A topografia do terreno afeta:

- o tipo de fundação da edificação
- a forma da edificação e sua relação com o plano do solo
- a drenagem do local
- o microclima do local: ventos, temperatura, radiação solar

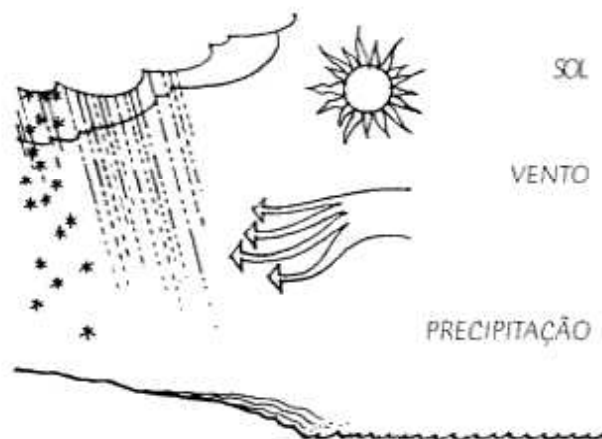
VEGETAÇÃO

O tipo e a localização da vegetação afetam:

o microclima do local: radiação solar, vento, umidade, temperatura e pureza do ar

- a definição ou proteção visual dos espaços exteriores
- absorção ou dispersão do som

FATORES CLIMÁTICOS:

Os seguintes fatores climáticos influem na forma, orientação e construção de uma edificação.

SOL

O sol é a fonte de:

- radiação solar (ganho de calor)
- luz natural

VENTO

A prevalência, a direção e a velocidade do vento afetam:

- infiltração de ar em uma edificação (perda de calor potencial)
- a ventilação dos espaços interiores e das áreas externas
- a carga lateral sobre a estrutura

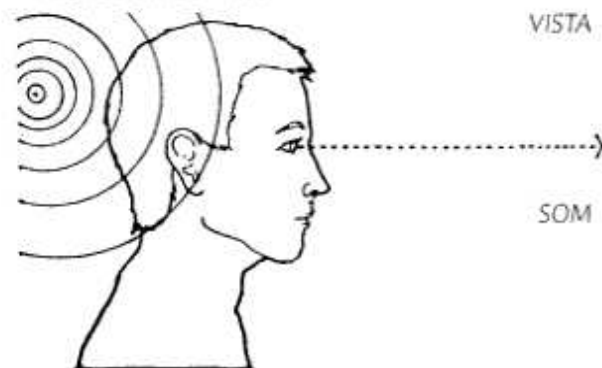
PRECIPITAÇÃO

A prevalência e a quantidade de chuva afetam:

- a forma da cobertura, sua construção e o peso próprio resultante sobre a estrutura
- a presença e a drenagem da água num local
- a escolha dos materiais de construção

TEMPERATURA

A temperatura do ar e o conforto térmico são afetados por todos os fatores climáticos acima mencionados.

FATORES SENSORIAIS:

VISTA

A definição de vistas desejáveis e indesejáveis ajuda a determinar:

- a forma e a orientação da edificação
- a fenestração da edificação (aberturas para portas e janelas)
- as plantas usadas no paisagismo do local

SOM

O nível, a qualidade e as fontes de som afetam:

- a distribuição e a orientação da massa da edificação
- a escolha de materiais de construção e sua forma de montagem
- os métodos de controle sonoro usados

As regulamentações de zoneamento governam o uso e o volume das edificações e estruturas dentro de um município ou distrito. Essas prescrições geralmente definem:

- os tipos de atividades permitidas num determinado terreno
- quanto da área do terreno pode ser edificada
- o recuo da edificação dos limites do terreno
- a altura da edificação
- a área total construída

AS REGULAMENTAÇÕES DE ZONEAMENTO DETERMINAM

O USO DO SOLO

O VOLUME DAS EDIFICAÇÕES

Uma prescrição de zoneamento também pode conter requisitos específicos para acesso e estacionamento na rua, estruturas acessórias, tais como cercas e decks exteriores, e projeções das fachadas de uma edificação, tais como terraços e beirais de telhado.

As regras de zoneamento têm o objetivo de controlar a densidade e o padrão de crescimento urbanos.

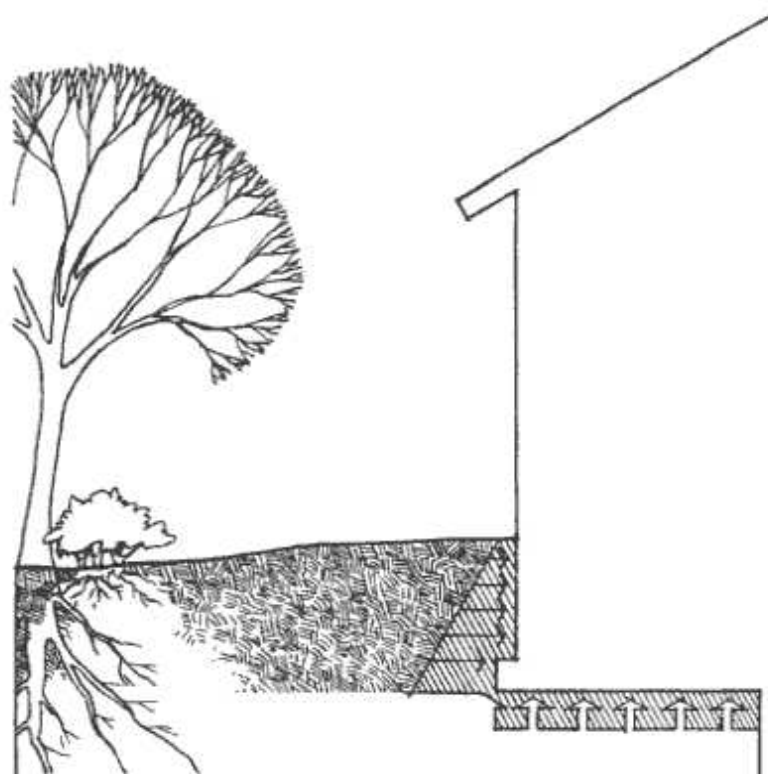
PADRÃO DE CRESCIMENTO

Existem outros instrumentos que afetam a maneira como as edificações são localizadas e construídas. Esses estatutos - comumente referenciados como códigos de obras - estabelecem o relacionamento entre:

- o tipo de ocupação de uma edificação
- o grau de resistência ao fogo da sua estrutura e dos demais componentes
- a altura e as áreas de piso permitidas em uma edificação e sua separação das estruturas vizinhas

Veja o Apêndice para maiores informações sobre código de obras.

CÓDIGO DE OBRAS

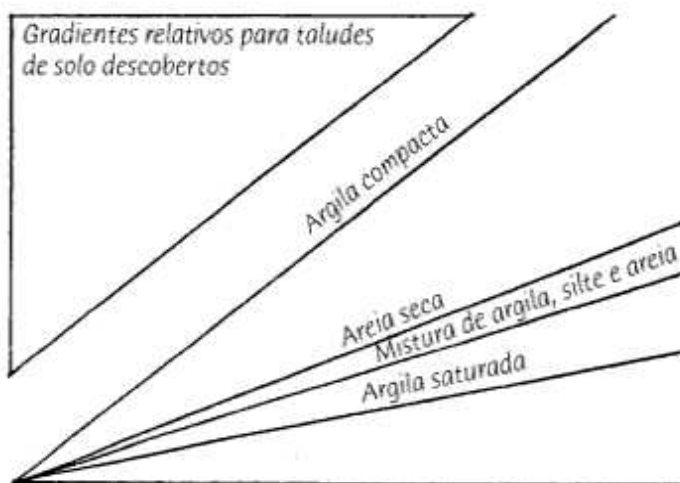
1.4 SOLOS

Para manter a vida vegetal, um solo deve:

- ser capaz de absorver umidade
- fornecer os nutrientes apropriados às plantas
- ser capaz de aeração
- ser isento de sais concentrados

Praticamente todas as edificações dependem do solo para o seu apoio. A integridade da estrutura de uma edificação, portanto, depende em última instância do tipo de solo existente sob a fundação e da sua resistência.

Existem duas grandes classes de solos - solos de granulometria grossa e solos de granulometria fina. Solos de granulometria grossa incluem cascalhos ou pedregulhos e areias, que consistem de partículas relativamente grandes. As partículas individuais dos solos de granulometria fina são muito menores e freqüentemente invisíveis a olho nu. Na realidade, o solo de um local de edificação pode consistir de camadas superpostas, cada uma das quais contendo uma mistura de tipos de solo.

A estabilidade e a resistência de um solo submetido a um carregamento dependem em grande parte da sua resistência ao cisalhamento, que é função tanto do seu atrito interno como da sua coesão. Os solos de granulometria grossa, com uma percentagem relativamente baixa de espaços vazios, são mais estáveis como material de fundação que o silte e a argila. Os solos argilosos, em particular, tendem a ser instáveis, uma vez que se compactam e expandem consideravelmente com as mudanças no teor de umidade.

CLASSIFICAÇÃO DO SOLO		Número da peneira	Tamanho da partícula (mm)
Solos de granulometria grossa	seixos rolados	> 3"	> 60,
	cascalho ou agregado graúdo	> 3/4"	> 19,
	cascalho ou agregado miúdo	> Nº4	> 5,5
	areia grossa	> Nº10	> 2,0
	areia média	> Nº40	> 0,6
	areia fina	> Nº200	> 0,08
Solos de granulometria fina	silte e argila (finos)	< Nº200	< 0,08

Em locais inclinados, e durante a escavação de um local plano, devemos considerar o potencial para deslocamento lateral de um solo. O ângulo de repouso natural para solos secos e granulares tende a ser menor do que aquele para solos coesivos, tais como argila compactada.

A medida usual da resistência de um solo é a sua capacidade de carga em libras por pé quadrado. Um sistema de fundação deve distribuir as cargas de uma edificação de tal maneira que a carga resultante sobre o solo não exceda a capacidade de suporte do mesmo, e seja uniforme sob todas as partes da estrutura. Enquanto que solos de alta capacidade de carga apresentam poucos problemas, solos de baixa capacidade de suporte podem ditar o tipo de fundação e o padrão de distribuição de suporte para uma edificação, o que por sua vez, afeta a forma da edificação. Solos instáveis freqüentemente tornam um local inadequado para a construção, a menos que seja construído um sistema de fundação elaborado e caro.

A tabela abaixo fornece indicações, somente para referência, das resistências relativas de vários tipos de solo. Consulte o código de obras para observar as capacidades de suporte permitidas para classes gerais de solos. A maioria dos solos é de fato uma combinação de diferentes tipos de solo. A extratificação, composição e densidade do leito do solo, bem como variações do tamanho das partículas e a presença ou ausência de água, são todos fatores importantes na determinação da capacidade de suporte de um solo. Ao projetar uma estrutura de porte considerável, ou quando estão presentes condições de cargas incomuns, é aconselhável solicitar a um engenheiro especializado em mecânica dos solos a execução de furos de sondagem no local pretendido.

- Em climas frios, o congelamento e o subseqüente degelo do solo podem produzir trincamento do solo, impondo tensões sobre a fundação e a estrutura de uma edificação. A extensão dessa ação de congelamento depende da região geográfica do local e do tipo de solo. Solos de granulometria fina são mais suscetíveis à ação de congelamento que solos de granulometria grossa. Em qualquer caso, as fundações de uma edificação devem sempre ser colocadas bem abaixo da linha de congelamento do local.
- A permeabilidade de um solo também deve ser levada em consideração para garantir que as águas superficiais e subterrâneas possam ser adequadamente canalizadas para longe da estrutura da edificação. É necessária uma drenagem adequada para evitar a deterioração da capacidade de suporte de um solo e para minimizar a possibilidade de infiltração de água no interior de uma edificação. Os solos de granulometria grossa são mais permeáveis e drenam melhor que os solos de granulometria fina. Siltes e argilas finas também apresentam maior capilaridade, o que pode fazer com que a água se desloque para cima do nível do lençol freático de um local.

TIPO DE SOLO	Capacidade de suporte presumida		Suscetibilidade à ação de congelamento*	Drenagem (Permeabilidade)
	(t/ft.²)	(kg/m²)		
Cascalho ou pedregulho compacto, parcialmente cimentado; granulometria uniforme com poucos ou sem finos	10	97 650	nenhuma	excelente
Cascalho ou pedregulho compacto; mistura de cascalho ou pedregulho e areia	6	58 590	nenhuma	excelente
Areia grossa, compacta; cascalho solto; argila seca, dura	4	39 060	moderada	razoável a boa
Misturas de areia grossa e solta e cascalho ou pedregulho; areia compacta e fina	3	29 295	moderada	razoável a boa
Areia fina e solta; argila seca e rígida	2	19 530	alta	razoável a fraca
Argila mole; xisto mole e quebrado	1,5	14 648	alta	fraca
Solos orgânicos	Inadequados como material de fundação; podem ser altamente instáveis devido à decomposição bacteriana e a mudanças na sua umidade.			

* N. de R.T.: Específico para regiões de clima frio

1.6 TOPOGRAFIA E CLIMA

Todos os fatores a seguir provocam variações no clima

- elevação do terreno
- formas do terreno
- orientação e inclinação do local
- tipos de cobertura do solo
- grandes corpos d'água

- a temperatura da atmosfera diminui com a altitude - aproximadamente 1°F para cada 400 pés de elevação (1°F = 0,5556°C)

Brilho do céu

O ar quente sobe

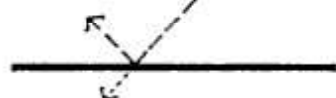
Zona fria

Zona temperada

Brilho da reflexão da água

Encosta aquecida (cinturão térmico)

- O ar frio, mais pesado, tende a se localizar nas áreas mais baixas

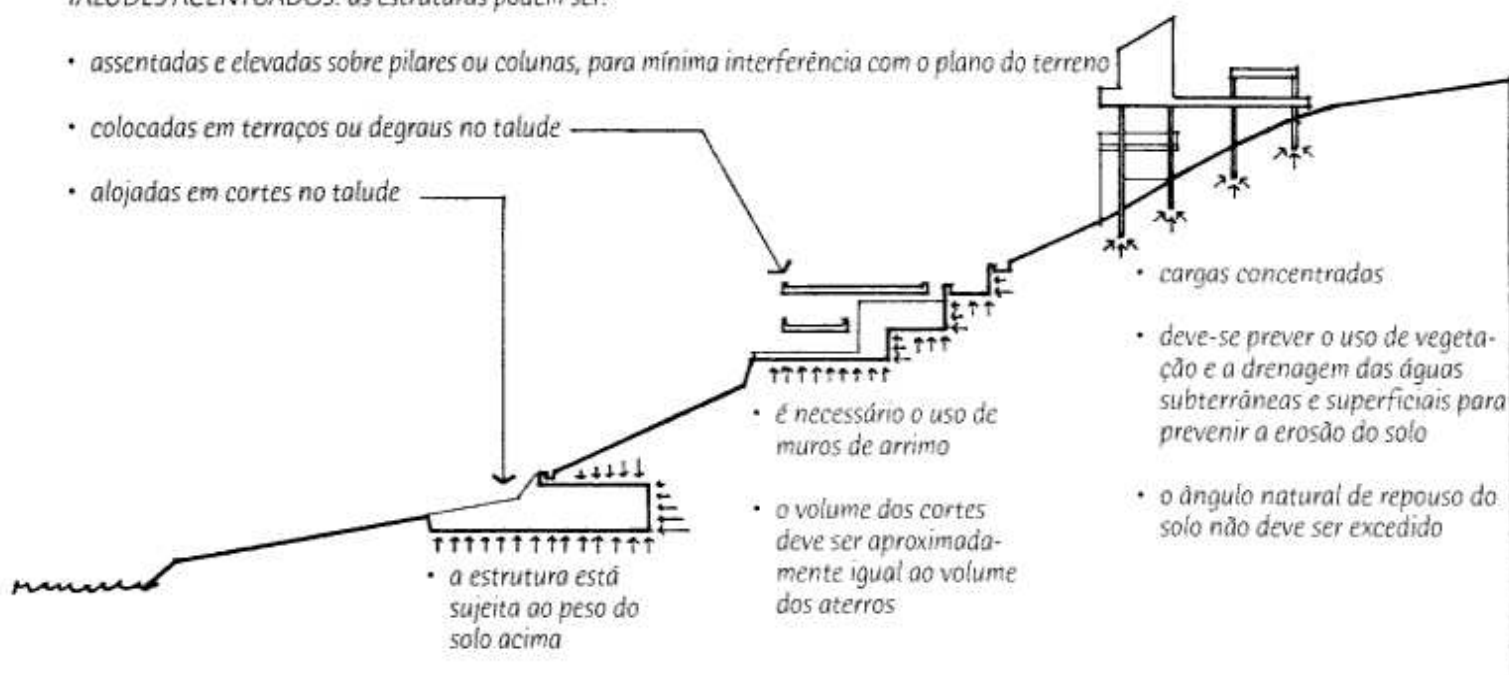
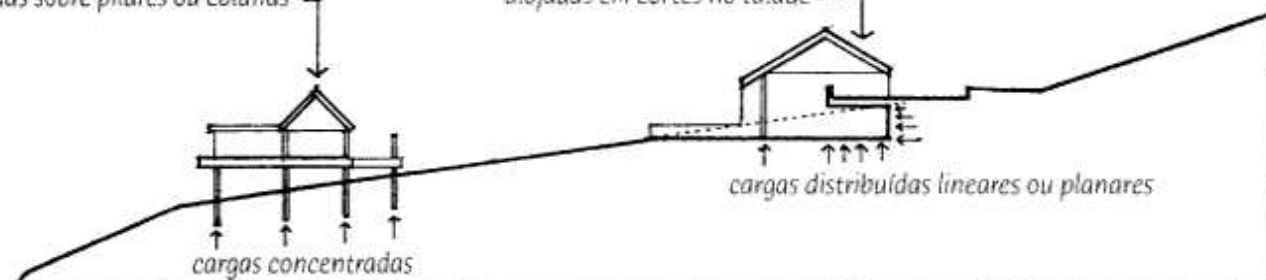
- A grama e outras coberturas do solo tendem a baixar as temperaturas ao absorver a insolação e favorecer o resfriamento por evaporação

- Superfícies rígidas tendem a elevar as temperaturas; superfícies claras refletem a radiação solar enquanto que superfícies escuras absorvem e retêm a insolação

- Grandes corpos d'água atuam como reservatórios de calor, tendendo a moderar as variações de temperatura
- Eles são geralmente mais quentes que a terra no inverno, e mais frios no verão
- Eles são geralmente mais frios que a terra durante o dia e mais quentes à noite, gerando brisas
- A extensão dessa influência moderadora depende do tamanho e da área de superfície do corpo d'água

Brisa noturna

Brisa diurna para substituir a ascensão de calor sobre a terra; pode ter efeito resfriador de até 5,6°C

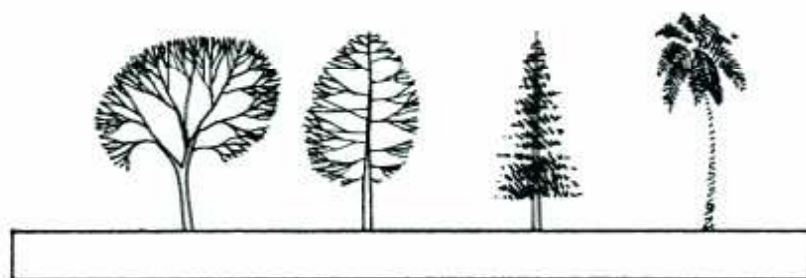
- Deve-se evitar a perturbação dos padrões naturais de drenagem
- Deve-se prestar especial atenção às planícies de inundação locais
- Sempre verificar a altura do lençol freático de um local e suas variações sazonais, bem como possíveis correntes subterrâneas

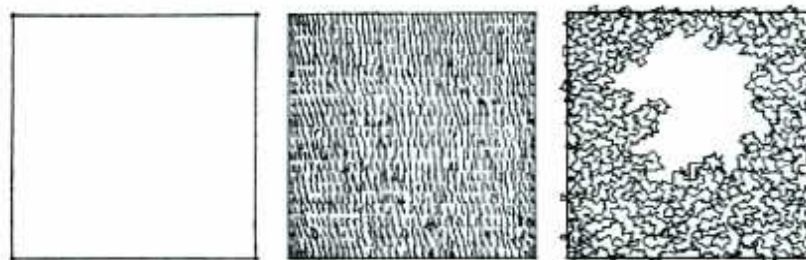
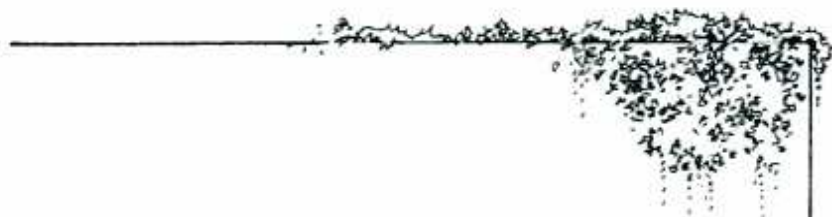
TALUDES ACENTUADOS: as estruturas podem ser:
• assentadas e elevadas sobre pilares ou colunas, para mínima interferência com o plano do terreno
• colocadas em terraços ou degraus no talude
• alojadas em cortes no talude
• cargas concentradas
• deve-se prever o uso de vegetação e a drenagem das águas subterrâneas e superficiais para prevenir a erosão do solo
• é necessário o uso de muros de arrimo
• o ângulo natural de repouso do solo não deve ser excedido
• o volume dos cortes deve ser aproximadamente igual ao volume dos aterros
• a estrutura está sujeita ao peso do solo acima

TALUDES MODERADOS: as estruturas podem ser:
• elevadas sobre pilares ou colunas
• alojadas em cortes no talude
cargas distribuídas lineares ou planares
cargas concentradas

TERRENOS PLANOS: as estruturas podem ser:
• elevadas sobre pilares ou colunas
• assentadas sobre um aterro
• colocadas em um corte do terreno com taludes
• estacas e pilares podem ser usados não somente para elevar uma estrutura acima do plano do terreno, como também para suportar estruturas situadas sobre solos de baixa capacidade de suporte
• aterros auxiliam na drenagem da água de superfície para longe da estrutura
• a altura sazonal do lençol freático deve ser verificada para evitar a necessidade de impermeabilização da estrutura abaixo do solo
• estruturas sobre a água podem ser suportadas por flutuação, tubulões ou estacas apoiadas em uma base no subsolo
• os taludes de terra podem servir como paredes laterais da edificação

1.8 VEGETAÇÃO

Os fatores a serem considerados na seleção e no uso de árvores no paisagismo incluem:

- forma, densidade, textura e cor da folhagem
- altura de crescimento potencial e dimensão da copa
- velocidade ou índice de crescimento
- tamanho e profundidade das raízes
- requisitos de solo, água, luz solar, ar e temperatura

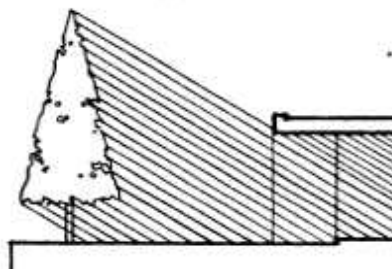
- as raízes das árvores plantadas muito próximas a uma edificação podem afetar suas fundações
- do mesmo modo, as raízes de uma árvore podem interferir nas instalações subterrâneas

- a maneira como as árvores e outras plantas adaptam as suas formas ao clima sugere maneiras de como as edificações podem ser adaptadas de modo semelhante

A grama e outras coberturas de solo

- podem reduzir a temperatura do ar pela absorção da insolação e pelo favorecimento do resfriamento por evaporação
- auxiliam na estabilização do solo e previnem a erosão
- aumentam a permeabilidade de um solo ao ar e à água

- as trepadeiras podem reduzir a transmissão de calor através de uma parede ensolarada ao fornecer sombra e resfriar o ambiente próximo por evaporação

As árvores afetam o ambiente adjacente a uma edificação ao:

- fornecer sombra
  a quantidade de sombra depende da
  - orientação das árvores em relação ao sol
  - proximidade entre as árvores e a edificação
  - forma, espalhamento e altura das árvores
  - densidade e estrutura dos galhos das árvores

  - árvores caducifólias fornecem sombra e proteção contra o ofuscamento durante o verão e deixam passar a radiação solar (bem como o ofuscamento) durante o inverno
  - sempre verdes fornecem sombra durante todo o ano e ajudam a reduzir o brilho da neve durante o inverno

- as árvores fornecem sombra a uma edificação mais eficazmente do sudeste e do sudoeste*, quando o sol da manhã e do final da tarde tem uma baixa altitute e projeta sombras longas
- projeções orientadas para o sul* fornecem sombras mais eficazmente durante o período do meio-dia, quando o sol está alto e projeta sombras curtas

* Informações específicas para regiões do hemisfério norte

- reduzir o ofuscamento do céu, do solo e da neve

- fornecer proteção contra o vento
  - a folhagem reduz a poeira trazida pelo vento
  - árvores perenes podem formar quebra-ventos durante o inverno e reduzir a perda de calor de uma edificação

H = altura das árvores

Um quebra-vento, parcialmente penetrável, pode estender a área protegida de sotavento

2-5 H | 10-15 H

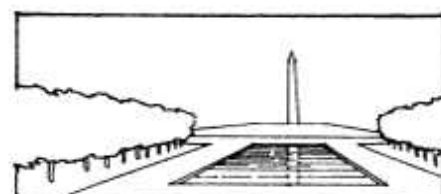
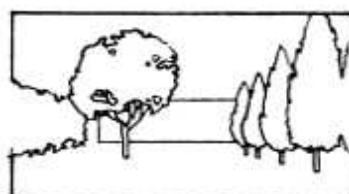
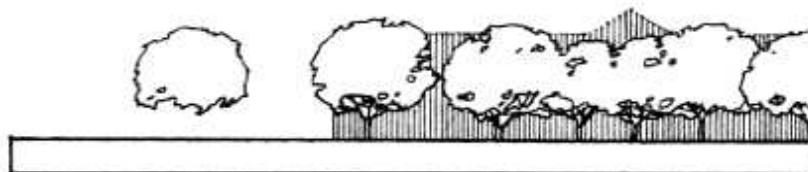
Barlavento se as árvores são densas | Área protegida de sotavento

- a área de proteção aproximada, indicada acima, varia com a altura e a densidade das árvores e com a velocidade do vento

- a proteção fornecida é basicamente uma redução na velocidade do vento, produzindo uma área de relativa calma

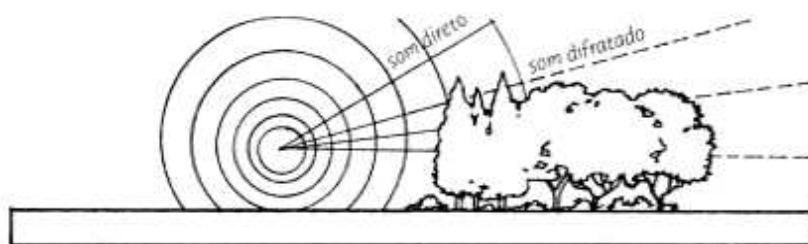
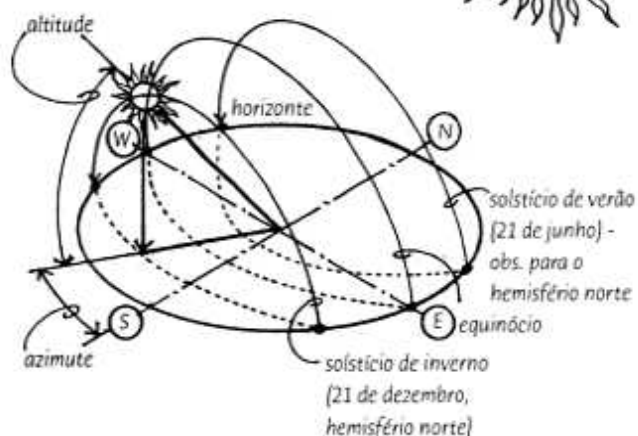
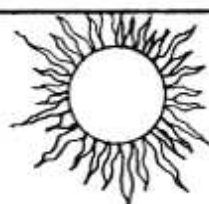
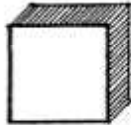
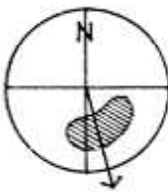
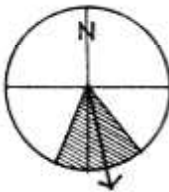
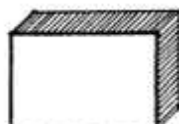
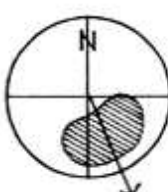
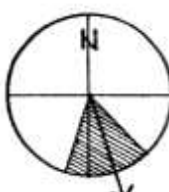
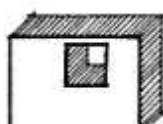
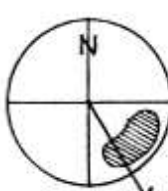
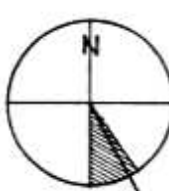
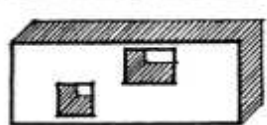
- interceptar a precipitação e filtrar o ar

- auxiliar na estabilização do solo, aumentando sua permeabilidade à água e ao ar e prevenindo a erosão

- definir espaços e direcionar o campo de visão

- fornecer proteção visual e privacidade

- atenuar sons propagados pelo ar

som direto

som difratado

1.10 O SOL

A localização, a orientação e a forma de uma edificação devem aproveitar os benefícios térmicos, higiênicos e psicológicos do Sol. A radiação solar, contudo, nem sempre é benéfica, dependendo do clima do local da edificação. Na determinação da forma e orientação de uma edificação, o objetivo deve ser manter um equilíbrio entre os períodos mais frios, quando a radiação solar é benéfica, e períodos mais quentes, quando a radiação deve ser evitada. A fachada mais extensa de uma edificação deve normalmente estar orientada para o sul, se possível. As fachadas expostas à leste e oeste são geralmente mais quentes no verão e mais frias no inverno que as fachadas sul.

A trajetória do Sol pelo céu varia com as estações do ano e a latitude de um local. A variação de sua altitute e de seu azimute deve ser determinada antes do cálculo do ganho de calor solar e sombra necessários para um local específico.

A tabela abaixo se aplica principalmente a edificações isoladas. A informação aqui apresentada deve ser considerada em conjunto com outros requisitos contextuais e programáticos.

FORMA ÓTIMA	LOCALIZAÇÃO	OBJETIVOS GERAIS	ORIENTAÇÃO
temperaturas baixas encorajam a minimização da superfície de uma edificação	N	REGIÕES FRIAS • *aumentar a absorção de radiação solar* • *reduzir as perdas de calor por radiação, condução e evaporação.* • *prever proteção contra o vento*	N
climas temperados permitem o alongamento da edificação ao longo do eixo leste-oeste	N	REGIÕES TEMPERADAS • *equilibrar ganho de calor solar com proteção solar, com base na variação das estações* • *favorecer o movimento de ar em climas quentes; proteger do vento em climas frios*	N
áreas vazadas; é desejável que a massa da edificação contenha bolsões de ar frio	N	REGIÕES QUENTE-ÁRIDAS • *reduzir a radiação solar e o ganho de calor por condução* • *promover o resfriamento por evaporação, usando água e vegetação* • *fornecer sombras*	N
a forma pode ser alongada livremente ao longo do eixo leste-oeste para minimizar a exposição à leste e à oeste	N	REGIÕES QUENTES E ÚMIDAS • *reduzir o ganho de calor solar* • *utilizar o vento para produzir resfriamento por evaporação* • *fornecer sombras*	N

1.12 PROJETO SOLAR PASSIVO

Por projeto solar passivo, referimo-nos ao uso de energia do Sol para aquecer os espaços interiores de uma edificação através de meios não-mecânicos. Sistemas solares passivos são fundamentados nos processos naturais de transferência de calor por condução, convecção e radiação para a captura, armazenamento, distribuição e controle da energia solar. Existem dois elementos básicos em todo sistema solar passivo:

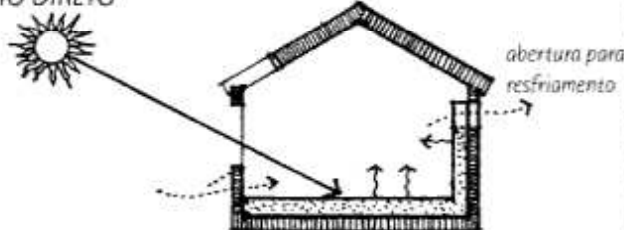
1. vidro ou plástico transparente orientado para o sul para a captura da radiação solar
2. massa térmica para captura, armazenamento e distribuição de calor orientada de forma a receber máxima exposição solar

- vidro duplo e isolamento são necessários para minimizar a perda noturna de calor
- aproximadamente 0,20 - 0,30 pés quadrados de vidro são necessários para cada pé quadrado de piso
- o vidro deve ser resistente à degradação causada pelos raios solares ultra-violeta

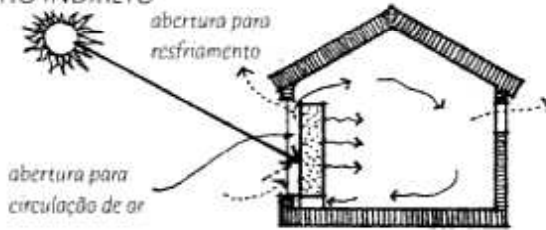
concreto: 12"-18"
tijolo: 10"-14"
adobe: 8"-12"
água: 6" ou mais

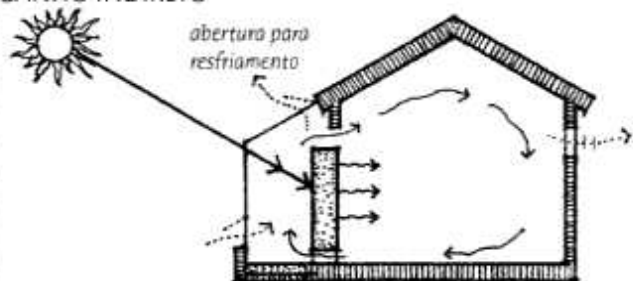
A massa térmica permite que o calor do Sol seja absorvido e retido até quando necessário, e também ajuda a reduzir as flutuações de temperatura internas.

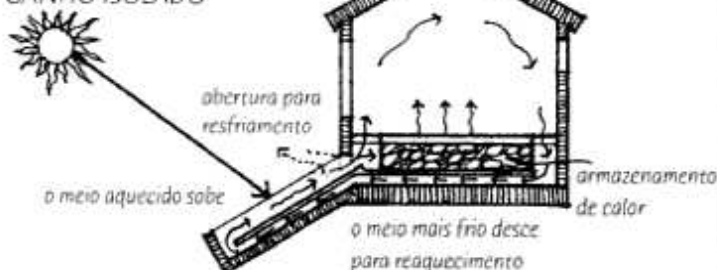
Baseado na relação entre o Sol, o espaço interior e o sistema de captação de energia solar, existem três maneiras pelas quais pode-se realizar um sistema de aquecimento solar passivo: ganho direto, ganho indireto e ganho isolado.

*N. de R.T.: Válido para regiões do Hemisfério Norte ou com clima muito frio.

GANHO DIRETO

Sistemas de ganho direto capturam calor diretamente dentro de um espaço interior. A área de superfície da massa de armazenamento que está incorporada dentro do espaço deve ser $1/2$ a $2/3$ da área da superfície total do espaço. São utilizadas aberturas ajustáveis para resfriamento por ventilação.

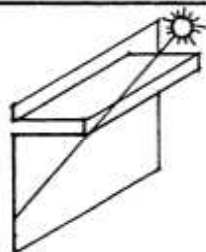
GANHO INDIRETO

Sistemas de ganho indireto controlam o ganho de calor na face exterior da edificação. A radiação solar primeiramente atinge a massa térmica da parede que está localizada entre o Sol e o espaço interno da habitação. O calor solar é absorvido pela parede térmica, e então, pelo espaço interno por condução e, parcialmente, por convecção.

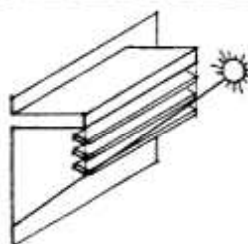
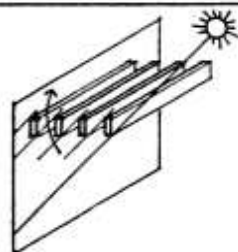
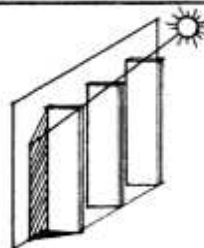
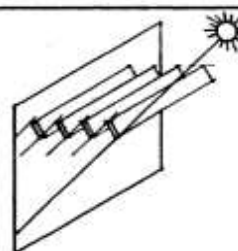
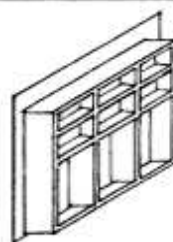
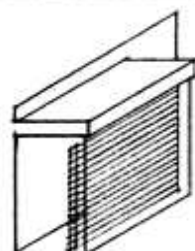
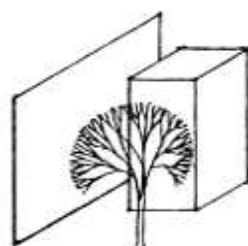
GANHO INDIRETO

Uma varanda envidraçada ou um solário pode ser introduzido como um meio para ganho de calor. Este espaço ensolarado é separado do espaço da habitação principal por uma parede de armazenamento térmico, da qual o calor é retirado conforme necessário. Para resfriamento, o espaço ensolarado pode ser aberto para o exterior.

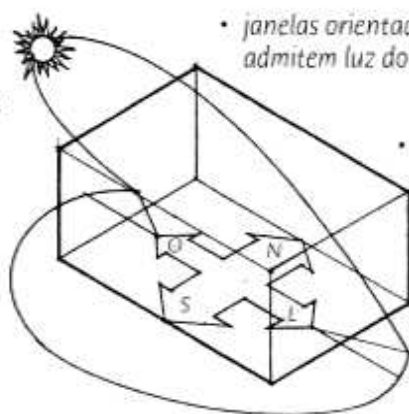
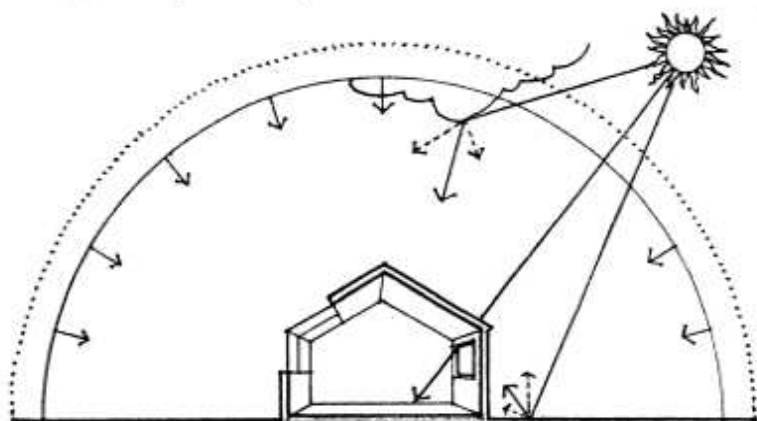
GANHO ISOLADO

Sistemas de ganho isolado capturam e armazenam calor fora do espaço de habitação. À medida que um fluxo de ar ou água é aquecido pelo Sol através de um coletor solar, este fluxo sobe até o espaço interno da habitação, ou até uma massa térmica. Simultaneamente, o ar ou água mais frios são levados para o fundo de armazenagem, criando um ciclo de convecção natural.

Os dispositivos de sombreamento protegem as superfícies exteriores de uma edificação e os espaços interiores da radiação solar. Sua eficiência depende da sua forma e orientação relativamente aos ângulos solares. Dispositivos externos de sombreamento são mais eficientes do que aqueles localizados dentro dos espaços de uma edificação, uma vez que interceptam a radiação solar antes da mesma atingir as superfícies da edificação.

Abaixo são mostrados tipos básicos de dispositivos de proteção solar. Sua orientação, forma, materiais e construção podem variar de acordo com situações específicas. Suas qualidades visuais (padrão, textura, ritmo e as sombras que eles projetam) contribuem muito para a aparência de uma edificação.

Observando-se que o telhado e as paredes exteriores de uma edificação são seus principais elementos de proteção contra a radiação solar, os materiais usados na construção devem ser avaliados em termos de refletividade e condutividade térmica. A refletividade de um material depende de sua cor e sua textura. Cores claras e superfícies brilhantes tendem a refletir mais radiação do que aquelas escuras e com textura rugosa. Bons materiais de isolamento normalmente incorporam alguma forma de espaços vazios preenchidos com ar. Materiais com massa elevada, tais como alvenaria, absorvem e armazenam calor por um determinado tempo, retardando, dessa forma, a transmissão de calor.

PROJEÇÕES HORIZONTAIS
- *mais eficientes quando orientadas para sul*

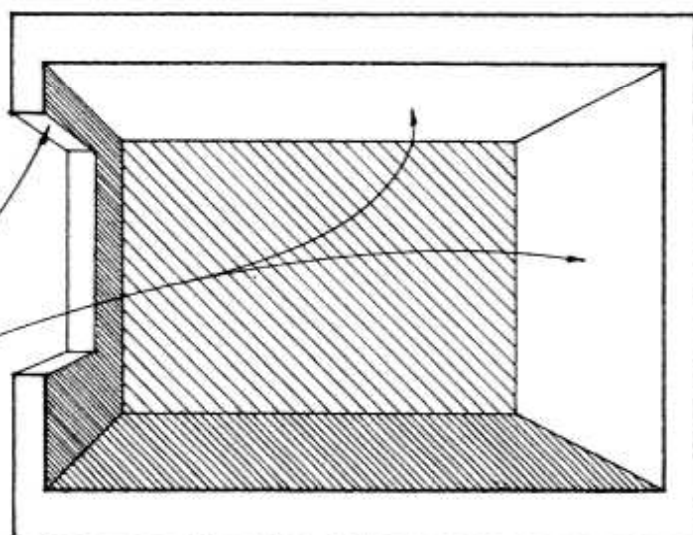
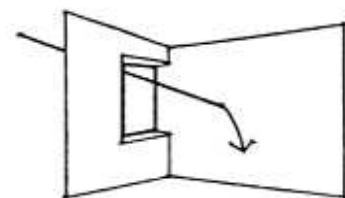
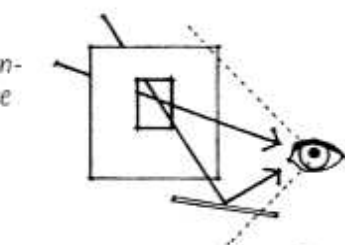
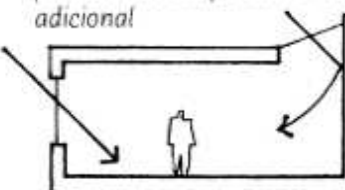
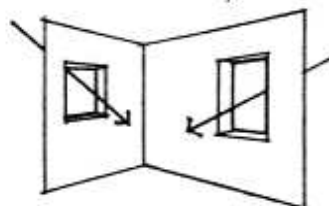
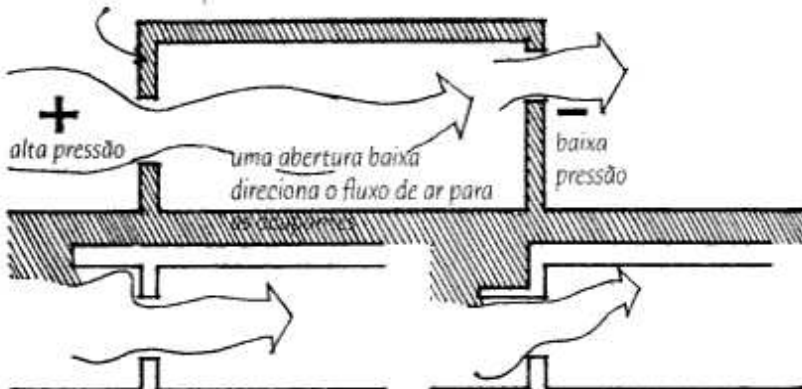
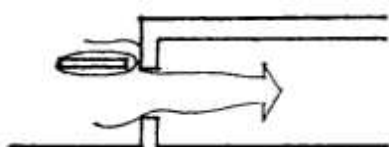
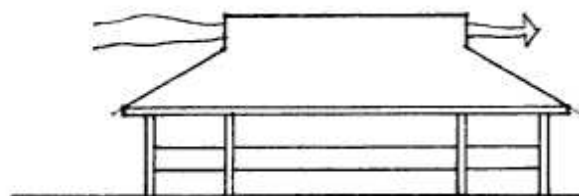
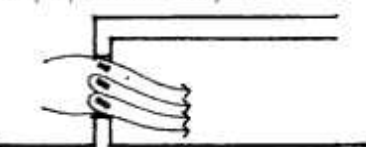
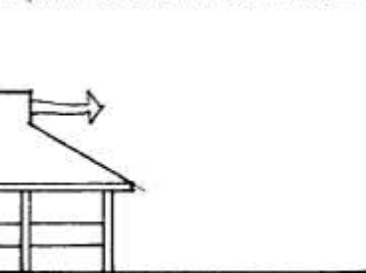
N. de R.T.: Interpretação relativa ao Hemisfério Norte.

VENEZIANAS SUSPENSAS
- *as venezianas suspensas a partir de um balanço sólido fornecem proteção para ângulos solares baixos*
- *podem interferir na visibilidade*

VENEZIANAS HORIZONTAIS
- *venezianas horizontais paralelas à parede permitem a circulação do ar próximo e reduzem o ganho de calor por condução*
- *podem ser ajustadas para se adaptar ao ângulo do sol*

VENEZIANAS VERTICAIS
- *mais eficazes para exposições leste ou oeste*
- *podem ser ajustadas para se adaptar ao ângulo do sol*
- *a separação da parede reduz o ganho de calor por condução*

VENEZIANAS HORIZONTAIS
- *venezianas inclinadas fornecem mais proteção do que aquelas paralelas à parede*
- *o ângulo varia de acordo com a variação de altitude do sol*

DISPOSITIVOS MISTOS
- *os dispositivos mistos combinam as características das venezianas horizontais e verticais e apresentam um alto índice de sombreamento*
- *são eficientes em climas quentes*

ANTEPAROS E VIDROS
- *anteparos e cortinas podem fornecer uma redução de até 50% na radiação, dependendo da refletividade*
- *vidros absortivos podem absorver até 40 % da radiação que atinge sua superfície*

ÁRVORES E EDIFICAÇÕES ADJACENTES
- *árvores e edificações adjacentes podem fornecer sombra, dependendo de sua proximidade, altura e orientação.*

A radiação solar fornece não apenas calor como também luz para os espaços interiores de uma edificação. Essa luz natural tem um benefício psicológico, bem como uma utilidade prática. Embora intensa, a luz do sol varia com a hora do dia, com a estação do ano e com o local da edificação. Ela pode ser difusa devido a um céu nublado, à neblina, à precipitação ou por estar refletida a partir do solo e de superfícies vizinhas. A quantidade e a qualidade da luz natural em um espaço são determinadas primariamente pelo tamanho e orientação de suas janelas.

- janelas orientadas para o norte admitem luz do céu suave e difusa*
- janelas orientadas para o leste e o oeste* requerem dispositivos que forneçam sombra (persianas verticais ou dispositivos mistos) para evitar a claridade do Sol no início da manhã e no fim da tarde

- janelas orientadas para o sul* são fontes ideais de luz natural a partir da utilização de dispositivos protetores solares horizontais, para controlar a radiação solar excessiva e o ofuscamento

*N. de. R.T.: Válido para o Hemisfério Norte

O nível de iluminação fornecido pela luz natural se reduz à medida que essa luz penetra um espaço interior. Geralmente, quanto mais ampla e mais alta for uma janela, mais luz natural entrará em uma dependência. Uma regra prática é que a luz natural é eficaz para a execução de uma tarefa até uma profundidade de duas vezes a altura da janela.

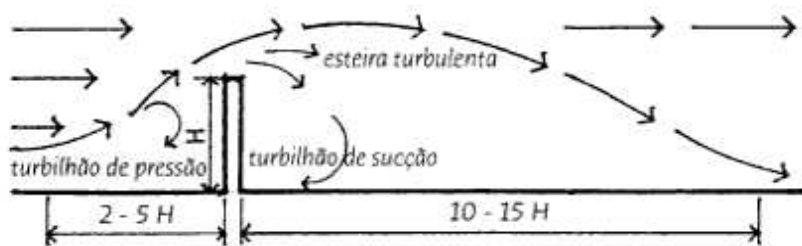
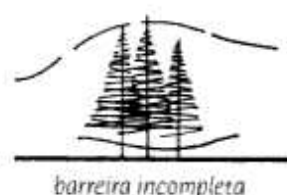
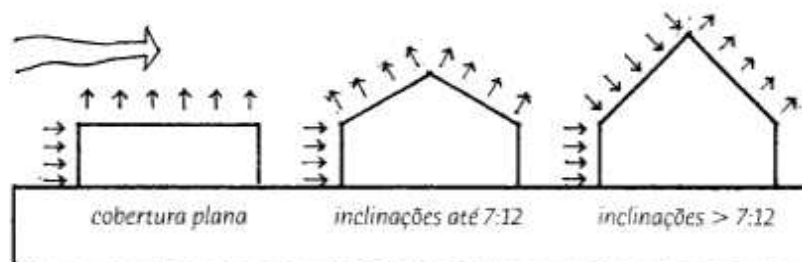
O teto e a parede de fundo de um espaço são mais eficazes que as paredes laterais ou o piso na reflexão e distribuição da luz natural. Superfícies claras refletem e distribuem a luz mais eficientemente, porém grandes áreas de superfícies brilhantes podem causar ofuscamento.

Índices de luminosidade excessiva podem causar ofuscamento e prejuízo no desempenho da visão. Existem dois tipos de ofuscamento. O ofuscamento direto é causado pelo contraste excessivo entre a luz no nosso campo normal de visão e o objeto de uma tarefa visual. O ofuscamento indireto é causado por uma superfície de trabalho que reflete uma fonte de luz para nossos olhos. O ofuscamento pode ser controlado pelo uso de dispositivos de sombreamento e pela orientação adequada das superfícies de trabalho, permitindo que a luz diurna entre em um espaço ao menos a partir de duas direções.

- coloque janelas adjacentes às paredes laterais para uma reflexão adicional

- permita que a luz entre ao menos por duas direções

A prevalência, velocidade, temperatura e direção do vento são considerações importantes de um local em todas as regiões climáticas. Ao avaliar o efeito potencial do vento sobre uma edificação, suas variações diárias e sazonais devem ser cuidadosamente consideradas.

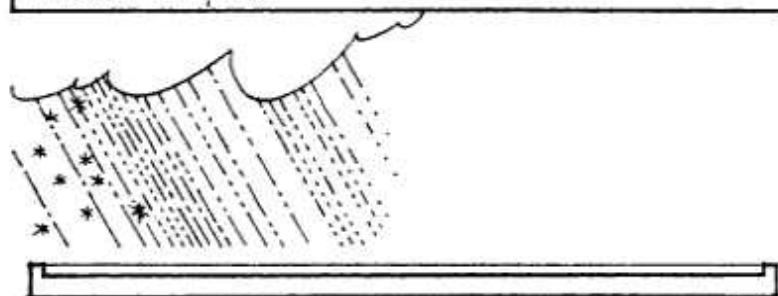
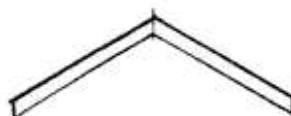
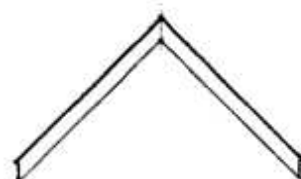
A ventilação forçada dos espaços interiores auxilia na troca de ar necessária à saúde e à remoção de odores. Em climas quentes, e especialmente em climas úmidos, a ventilação beneficia o resfriamento por confecção ou evaporação.

A ventilação natural nas edificações é gerada por diferenças na pressão do ar, bem como na temperatura. Os padrões de fluxo de ar resultantes são afetados mais pela geometria da edificação do que pela velocidade do ar.

- a posição das aberturas tem pouco efeito sobre o fluxo de ar, mas deve ser alta para permitir que o ar quente ascendente escape
- as aberturas de saída devem ser tão largas ou maiores que as de entrada, para o máximo fluxo de ar
- partições interiores e grandes peças do mobiliário podem alterar negativamente o fluxo de ar

A ventilação do espaço sob o telhado e dos espaços de inspeção é necessária para remoção da umidade e controle da condensação. Em climas quentes a ventilação dos sótãos também pode reduzir o aquecimento proveniente da cobertura.

Uma edificação deve ser protegida contra os ventos frios para reduzir a infiltração de ar no seu interior e diminuir a perda de calor. Um quebra-vento pode ter a forma de um muro vazado, uma cerca viva ou árvores densas.

Os quebra-ventos reduzem a velocidade do vento e produzem uma área de relativa calma ao lado de sotavento dos mesmos. A extensão dessa sombra de vento depende da altura, da densidade, da profundidade e da orientação quebra-vento.

Um quebra-vento parcialmente penetrável cria um menor diferencial de pressão, resultando em uma sombra maior de vento no lado de sotavento do quebra-vento.

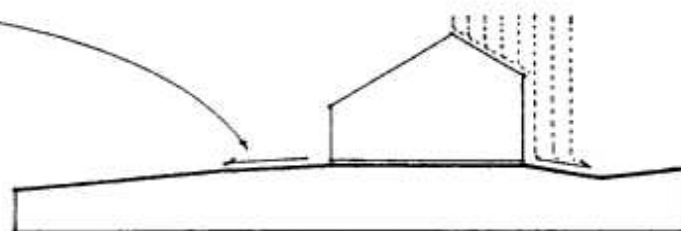
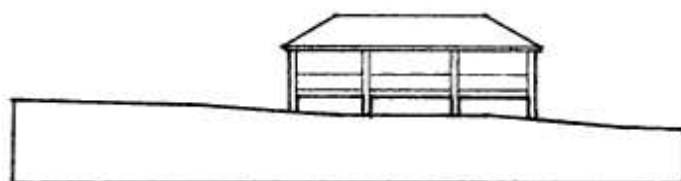
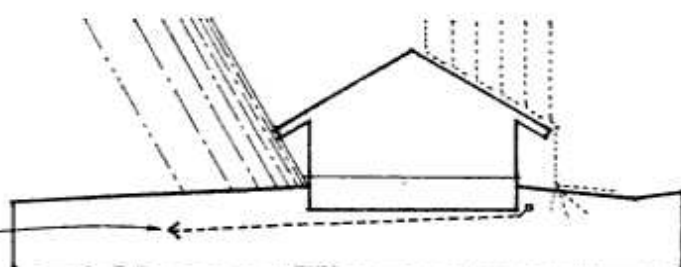
O vento cria pressão no lado de barlavento de uma edificação e sucção sobre os seus outros três lados. O vento também produz sucção sobre coberturas planas, sobre o lado de sotaventos de coberturas inclinadas e mesmo sobre o lado de barlavento de coberturas com uma inclinação menor do que 7:12.

- coberturas planas necessitam de drenos internos ou de calhas ao longo do seu perímetro
- coberturas resfriadas à água, usadas em climas quentes e secos, devem suportar cargas maiores que as cargas normais para coberturas
- em climas frios, as coberturas planas estão sujeitas a elevadas cargas de neve; a camada de neve pode funcionar como um isolamento adicional

- coberturas moderadamente inclinadas drenam as águas da chuva facilmente, mas podem reter a neve.

- coberturas muito inclinadas têm uma rápida drenagem das águas da chuva, e, se o ângulo de inclinação for maior que 60°*, também podem eliminar a neve por escorregamento.

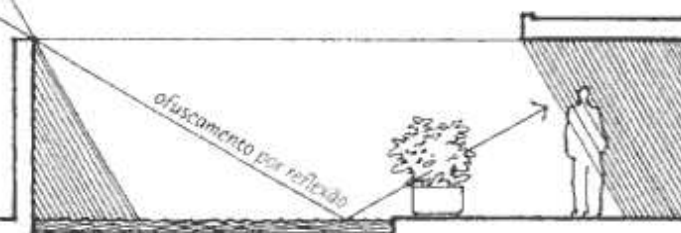
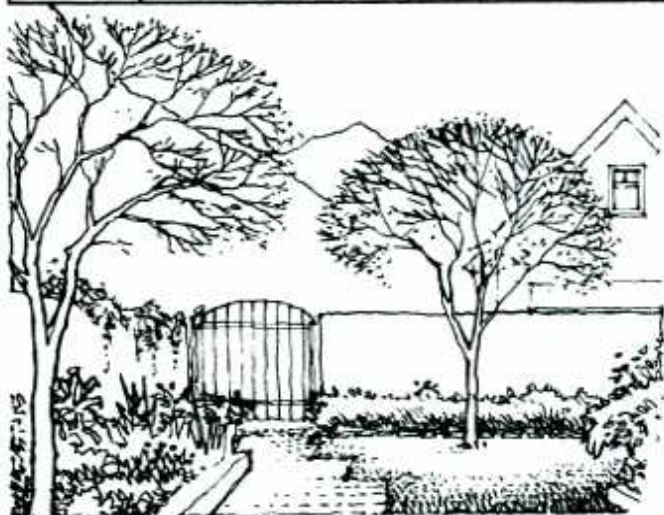
*N. de R.T.: Válido para regiões muito frias.

- os beirais de cobertura protegem as paredes exteriores de uma edificação dos efeitos da intempérie

- quando águas subterrâneas estão presentes, é necessária a impermeabilização das superfícies enterradas
- as águas subtrrâneas devem ser drenadas para longe da fundação de uma estrutura, na direção de um curso natural, uma cisterna ou um sistema de drenagem pluvial

- os padrões naturais de drenagem superficial são minimamente impactados pela construção de uma estrutura distanciada do plano do solo através de pilares

- sempre produzir uma inclinação do plano do solo para longe de uma edificação para evitar problemas de infiltração de água
- para prevenir a erosão do solo, deve-se criar uma cobertura vegetal para solos úmidos com inclinações acima de 3% e para taludes com inclinações acima de 33%

- inclinação mínima para áreas com cobertura vegetal: 2% (recomendado 3%)
- inclinação mínima para áreas pavimentadas: 0,5% (recomendado 1%)

- corpos de água podem minimizar as variações de temperatura e temperar o seu ambiente circundante
- em climas quentes e secos, mesmo pequenos corpos d'água são desejáveis tanto psicológica como fisicamente, devido ao seu efeito resfriador por evaporação
- deve ser prevista uma proteção contra o ofuscamento por reflexão

VISTAS

As aberturas de janelas de uma edificação devem ser posicionadas para satisfazer não somente as necessidades de iluminação natural e ventilação, mas também para delimitar as vistas desejadas. Dependendo do contexto de um local, estas vistas podem ser próximas ou distantes. Mesmo quando não existem vistas desejáveis, freqüentemente pode-se criar um cenário agradável dentro do local de uma edificação.

Uma janela pode ser criada de várias maneiras, dependendo da natureza da vista e da forma que ela está disposta na parede. É importante observar que o tamanho e a localização das janelas também afetam a qualidade espacial, a iluminação natural e o potencial de perda ou ganho de calor de um ambiente.

•janela de reduzidas dimensões horizontal e vertical

a vista enquadrada é restrita

• janela horizontal em faixa

a vista é restrita para cima

•parede-janela

a vista ampla promove uma relação entre interior e exterior

•par de janelas verticais

a vista é dividida

•janela integral de canto

a vista é orientada diagonalmente

•janela lateral

a vista é direcionada

•aberturas zenitais/estufas

a vista panorâmica prolonga o espaço interior

• janela com brises

a vista é difusa

O som exige uma fonte e uma trajetória de propagação. Sons exteriores indesejáveis ou ruídos são causados pelo tráfego de veículos, aeronaves e outras máquinas. A energia sonora gerada por essas fontes viaja através do ar se afastando das mesmas em todas as direções em uma onda contínua de expansão. Essa energia sonora, porém, diminui de intensidade à medida que se dispersa sobre uma área ampla. Para reduzir o impacto do ruído exterior portanto, a primeira consideração deve ser a distância, localizando uma edificação tão longe quanto possível da fonte de ruído. Quando as restrições locais não permitem isso, os espaços interiores de uma edificação devem ser isolados da fonte de ruído por:

- uma massa física, tal como um talude de terra
- zonas de edificação onde o ruído pode ser tolerado: por exemplo, áreas de serviços públicos, áreas de serviço e áreas com equipamentos mecânicos
- a construção da envoltória exterior de uma edificação, que é a barreira primária de uma edificação contra o ruído exterior; portas e janelas são os pontos fracos nessa barreira e devem, se possível, ser orientadas para outra direção que a das fontes de ruído indesejadas
- plantações densas de árvores e arbustos, que podem ser eficientes na difusão ou espalhamento do som
- grama ou coberturas de solo, que são mais absorventes que as superfícies de pavimentação refletoras e duras

1.18 PRESCRIÇÕES DE ZONEAMENTO

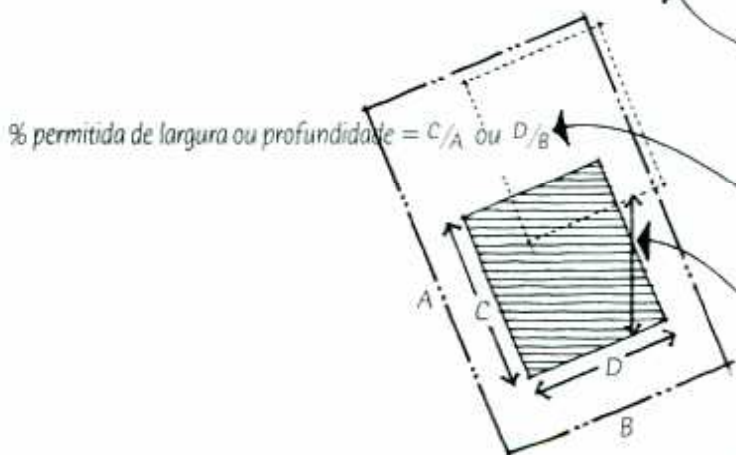
Dentro de um município ou de uma zona distrital, as prescrições de zoneamento geralmente têm o objetivo de controlar o crescimento, regular os padrões do uso do solo, controlar a densidade de construção, direcionar um desenvolvimento para áreas com serviços e lazer adequados, proteger áreas ambientalmente sensíveis e conservar espaços livres.

Em qualquer local específico de edificação, o zoneamento regulamentará tanto os tipos de atividades permitidas quanto o conjunto de edificações construídas para abrigar tais atividades. Um tipo especial de prescrição de zoneamento é a Unidade Planejada de Desenvolvimento, a qual permite que uma área razoavelmente grande de solo seja desenvolvida como uma única entidade para maior flexibilidade na colocação, agrupamento, tamanho e uso das estruturas.

É importante compreender como uma prescrição de zoneamento pode restringir o tamanho e a forma de uma edificação. O volume de uma edificação é regulamentado diretamente especificando-se:

% permitida de área coberta $= \frac{C \times D}{A \times B}$

% permitida de área total construída $= \frac{(C \times D) + (E \times F) + (G \times H)}{A \times B}$

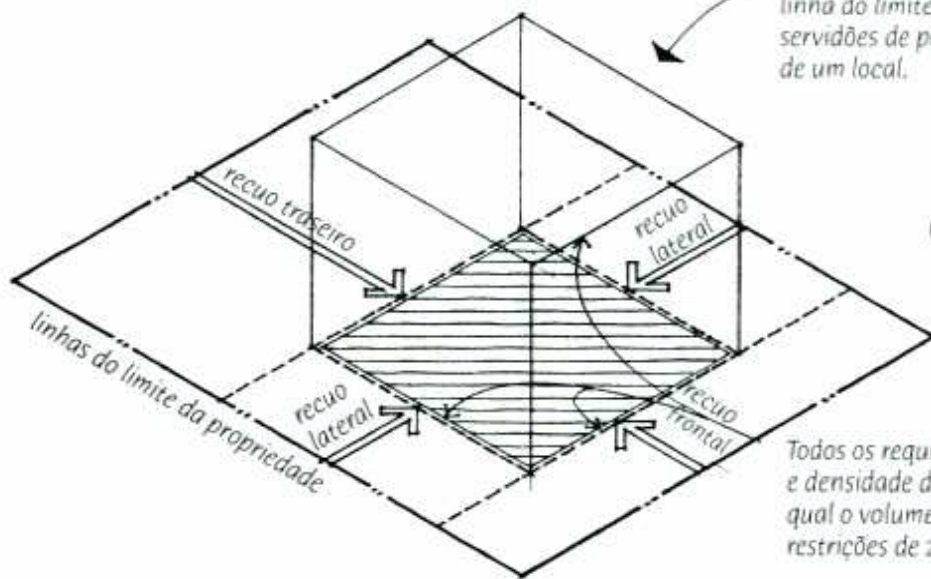
% permitida de largura ou profundidade $= C/A$ ou D/B

quanto do terreno pode ser ocupado pela estrutura de uma edificação, bem como a área total que pode ser construída, expressas em porcentagens da área do lote

a máxima largura e profundidade que uma edificação pode ter, expressas em porcentagens das dimensões do local

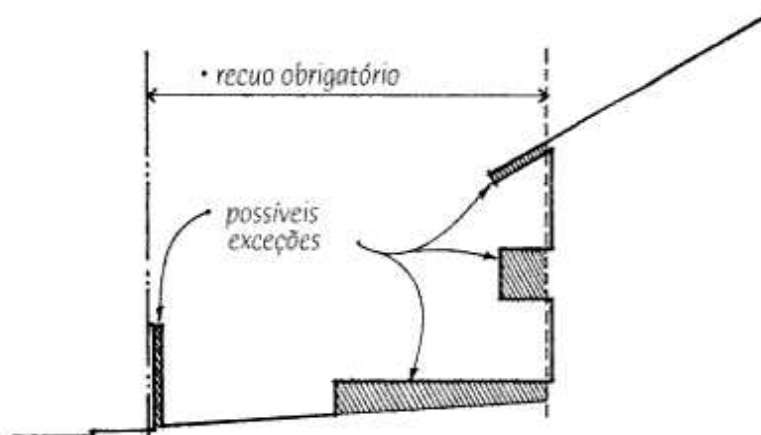
quão alta pode ser a estrutura da edificação

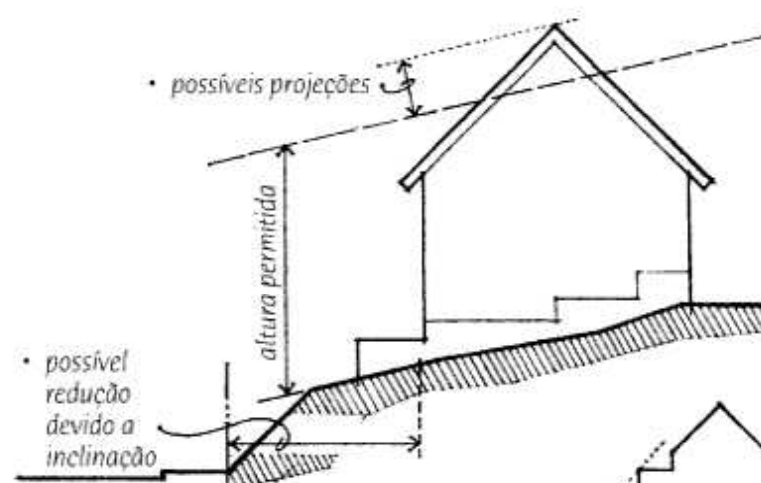
O tamanho e a forma de uma edificação também são controlados diretamente pela especificação dos recuos em relação a cada linha do limite da propriedade. Além disso, passagens públicas e servidões de passagem podem limitar ainda mais a área edificável de um local.

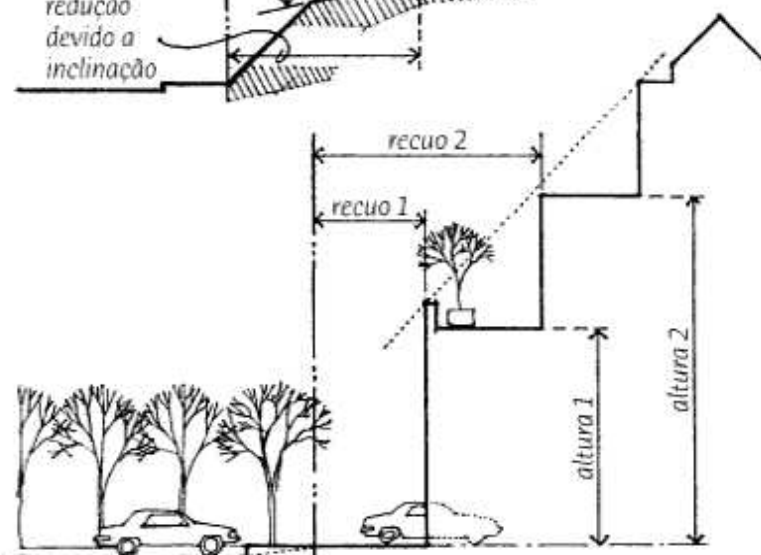
recuo traseiro
recuo lateral
recuo lateral
recuo frontal
linhas do limite da propriedade

passagem pública ou servidão de passagem
recuos obrigatórios
área edificável

Todos os requisitos acima, junto com algumas restrições sobre tipo e densidade de uso, definem um envoltório tridimensional além da qual o volume de uma edificação não pode se estender. Verifique as restrições de zoneamento relativas a requisitos específicos.

As exclusões dos requisitos gerais de uma precisão de zoneamento podem existir na forma de exceções ou permissões. As exceções aos requisitos normais de recuos são normalmente feitas para:

- projeções de características arquitetônicas, tais como beirais de telhado, cornijas, janelas projetadas e sacadas
- estruturas acessórias tais como deques de nível mais baixo, cercas e garagens isoladas
- precedentes estabelecidos por estruturas vizinhas existentes

Freqüentemente as exceções são feitas para locais inclinados, ou para locais adjacentes a locais públicos abertos.

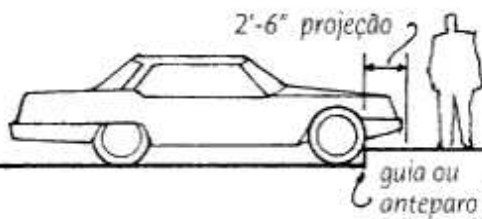
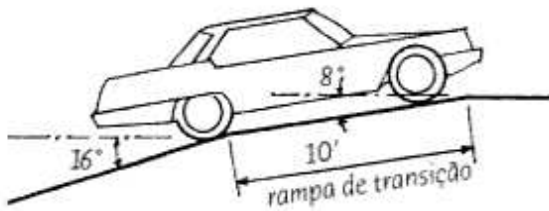
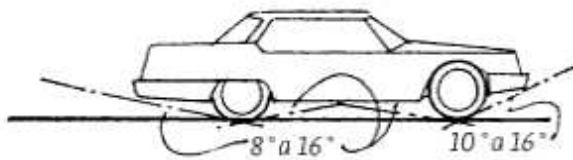
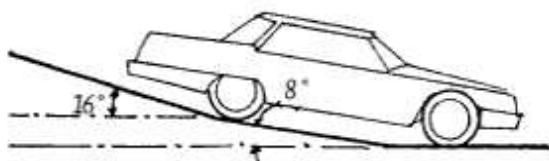
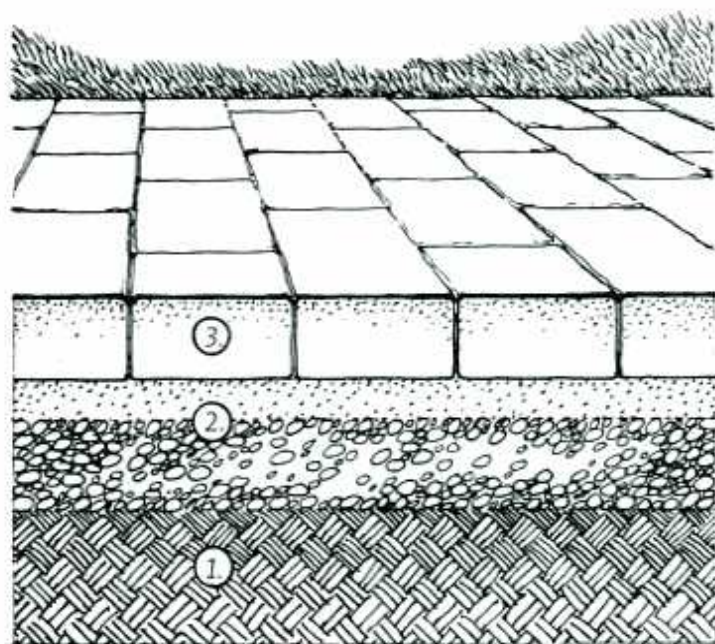
- telhados inclinados, chaminés e outras projeções de telhados podem ser permitidas se estendidas além do limite normal de altura
- o limite de altura pode estar diretamente relacionado com a inclinação de um local
- pode ser feita uma redução nos requisitos de recuos para locais inclinados ou para locais faceando um espaço aberto

Com o intuito de fornecer luz, ar e espaço, bem como melhorar a aparência da rua e o espaço de pedestres, podem existir requisitos para:

- espaço aberto acessível ao público
- recuos adicionais, se uma estrutura se eleva acima de uma certa altura
- modulação das fachadas de uma edificação
- acesso e estacionamento de veículos

As leis de zoneamento também podem conter requisitos aplicáveis somente a categorias de uso específicas, bem como procedimentos para solicitar variações das regulamentações.

A previsão de acesso e estacionamento de veículos é um aspecto importante do planejamento, que influencia tanto a localização de uma edificação no seu terreno como a orientação de suas entradas. Nestas páginas estão delineados alguns critérios fundamentais para estimar o espaço necessário para vias de trânsito e superfícies de estacionamento. Qualquer planejamento de acesso e estacionamento de veículos deve levar em consideração a movimentação segura e conveniente de pedestres no local e o estacionamento para as entradas da edificação.

CONSIDERAÇÕES DE PLANEJAMENTO:

1. o número de espaços de estacionamento exigido pela regulamentação de zoneamento baseia-se no tipo de ocupação; pode estar relacionado com o número de unidades habitacionais ou com a área construída da edificação
2. número, tamanho e localização de espaços para os deficientes físicos; rebaixos de guia e rampas para acesso de cadeira de rodas
3. acesso de pedestres provenientes das áreas de estacionamento
4. pontos de parada para ônibus e outros veículos de transporte público
5. separação das áreas de serviço e carga de caminhões
6. acesso para veículos de emergência, tais como carros de bombeiros
7. largura e localização permitidas para os rebaixamentos de guias e distância dos cruzamentos das vias públicas
8. linhas de visão claras para os veículos que entram em via pública
9. controle de acesso às áreas de estacionamento
10. espaço para paisagismo; as prescrições de zoneamento podem requerer a ocultação das áreas de estacionamento
11. drenagem das superfícies de estacionamento; espaço para remoção de neve

20'-10"
2 carros
11'-8"
1 carro
Min. 3' do anteparo de roda à parede ou depósito
Min. 2'-6"
22'
17'-4" min.
8' min.
piso inclinado para drenagem
18'-0
6'-6"
dimensões médias de um carro
10'r
7'
24'
11' min.
2'-6" projeção
ACESSOS E GARAGENS RESIDENCIAIS
guia ou anteparo de roda
O espaço de estacionamento normal é 8'-6"x 18'-0. Ajuste a largura para carros compactos, deixando espaço para a abertura da porta dos carros, carga/descarga de embrulhos e acesso de deficientes físicos.
4'r
58' (66' preferível)
18'
22'
18'
Min. 8'
8'-6" ou 9' preferível
12' para deficientes físicos
8°
16°
10'
rampa de transição
2'-6"
guia
espaço para circulação
16'
guia
8° a 16°
10° a 16°
54'
22'
preveja largura adicional para o espaço precedendo a coluna
13'-0
10'-4"
10'-4"
largura da coluna estrutural
13'-6"
16°
8°
linha de parede
INCLINAÇÕES DE RAMPAS PARA CARROS
DIMENSÕES DA ÁREA DE ESTACIONAMENTO

O pavimento fornece uma superfície resistente ao desgaste para o tráfego de pedestres ou veículos em um local. Ele é uma estrutura composta, cuja espessura e construção estão diretamente relacionadas ao tipo e à intensidade de tráfego e às cargas a serem transportadas, bem como a capacidade de carga e permeabilidade da sub-base.

1. A sub-base, que deve suportar toda a carga da pavimentação, deve ser composta por solo não alterado ou aterro compactado. Uma vez que também recebe umidade por infiltração, ela deve ser inclinada para poder drenar.

2. A base é uma fundação de agregados regulares que transfere a carga do pavimento para a sub-base. Também previne a migração ascendente de água por capilaridade. Cargas muito pesadas podem exigir uma camada adicional - uma sub-base de agregados grossos, tais como brita.

3. O pavimento recebe o desgaste devido ao tráfego, protege a base e transfere sua carga para a estrutura da base. Existem dois tipos de pavimentos: flexível e rígido. Pavimentos flexíveis, tais como asfalto ou blocos sobre um leito de areia, são resilientes e distribuem as cargas para a sub-base em um padrão radial. Pavimentos rígidos, tais como placas de concreto armado ou unidades de pavimento cimentadas sobre uma placa de concreto, distribuem suas cargas internamente e as transferem para a sub-base sobre uma área extensa. Pavimentos rígidos geralmente não exigem uma base tão espessa quanto pavimentos flexíveis.

Pavimentos flexíveis exigem bordas de madeira, aço, pedra, alvenaria ou concreto, para restringir o movimento horizontal do material de pavimentação. Pavimentos rígidos requerem reforço e uma extensão de material de base ao longo de suas bordas.

Notas adicionais:

- A cor e a textura do pavimento são considerações estéticas importantes, que também afetam a absorção ou reflexão de calor e de luz pelo pavimento.
- Prever tração para rampas e pavimentos em áreas sujeitas à gelo.
- Evitar irregularidades de superfície para o tráfego de cadeiras de roda.
- Fornecer faixas de advertência sensíveis ao tato para os deficientes visuais nas mudanças de nível e áreas de tráfego de veículos perigosas.

CONDIÇÕES DE BORDA

INCLINAÇÃO PARA DRENAGEM

0,5% min.; 1% preferível;
pavimentos altamente texturizados podem necessitar de um ângulo maior para drenagem (2%).

INCLINAÇÕES 0% - 3% preferível; máximo de 5%

RAMPAS 5% - 8%; use somente onde as condições climáticas permitirem.

MATERIAIS DE PAVIMENTAÇÃO: Consulte o fornecedor local sobre a disponibilidade de formas, tamanhos, cores, texturas, propriedades de absorção, resistência à compressão e recomendações de instalação.

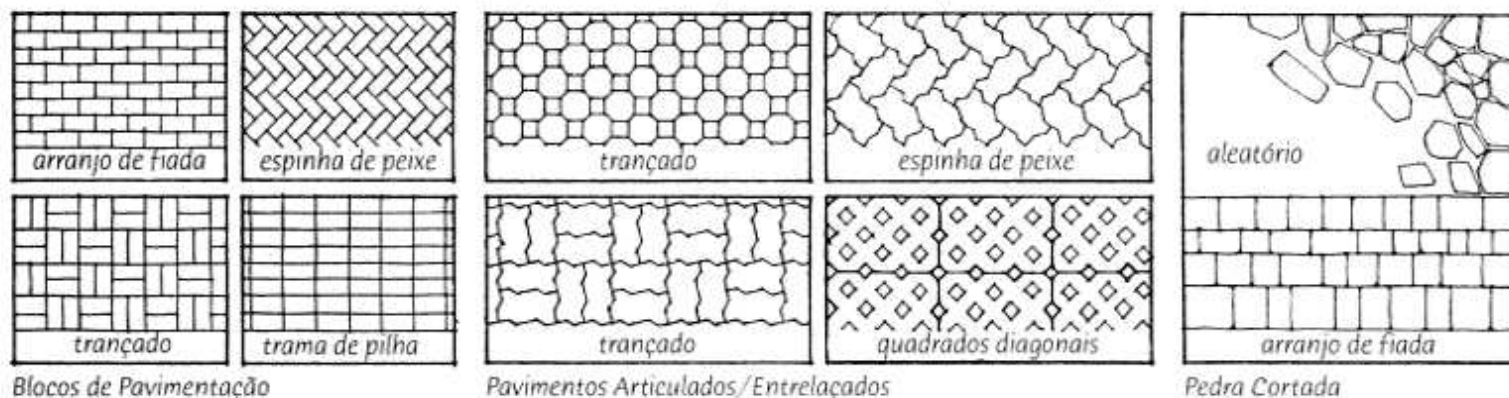
arranjo de fiada · espinha de peixe · trançado · trama de pilha

Blocos de Pavimentação

trançado · espinha de peixe · trançado · quadrados diagonais

Pavimentos Articulados/Entrelaçados

aleatório · arranjo de fiada

Pedra Cortada

PADRÕES DE PAVIMENTAÇÃO

tijolo ou blocos de concreto estanques ou 1/8" - 1/4" com juntas preenchidas com areia

leito de assentamento de areia de 1" - 2"

agregado compactado de 2" - 6" onde necessário, em áreas de tráfego intenso ou sobre solo expansivo

sub-base compactada ou solo inalterado

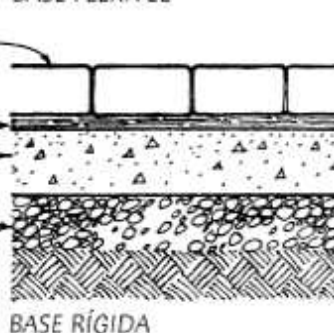
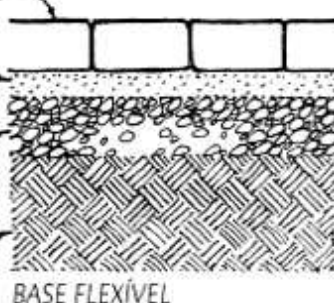
BASE FLEXÍVEL

blocos de pavimentação como acima

leito de assentamento betuminoso de 3/4"

placa de concreto de 4"- 6"

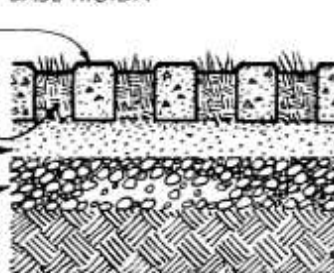
agregado compactado, se necessário

BASE RÍGIDA

bloco com orifício para vegetação

solo fértil para grama ou cobertura do solo

leito de assentamento de areia de 2"

agregado compactado de 2"-6"

DETALHES DE PAVIMENTAÇÃO

bloco de pavimentação sobre leito de argamassa, colocada de quina ou plana

granulometria fina

viga de concreto simples com juntas expostas

6"

bloco de pavimentação colocado verticalmente em leito de argamassa - pode-se estender até 1/2 da altura do pavimento para formar guia

granulometria fina

fundação de concreto de argamassa (providencie cascalho sob a fundação se a cota de congelamento for mais profunda que a fundação)

borda de madeira tratada à pressão 2x, 4x ou 6x

granulometria fina

2"

profundidade varia com o material do pavimento

estacas de madeira 2x2 ou 2x4 p.t., com comprimento de 24" a cada 3'-4' entre centros

cascalho /brita

CONDIÇÕES DE BORDA

$$T = 0{,}286\ \frac{S.H^2}{2} \qquad T = 0{,}833\ \frac{S.H^2}{2}$$

S = peso do solo (geralmente 100 lb ft³)
W = peso da parede atuando sobre o centro da seção
R = resultante de T e W

Os muros de arrimo são usados para criar áreas relativamente planas e permitir mudanças em elevação que não podem ser obtidas por inclinação dentro das dimensões horizontais de um local. Eles devem ser construídos para resistir ao empuxo do solo, que deve ser contido. Este empuxo pode fazer com que o muro de arrimo colapse de três maneiras.

1. Tombamento: O momento de tombamento (M_o) do empuxo do solo (T x $^H/_3$) deve ser contrabalançado pelo momento resistente (M_r) formado pelo peso do muro e da carga de solo sobre a base (W x d). Usando um coeficiente de segurança igual a 2, $M_r \geq 2\ M_o$

2. Escorregamento: O empuxo lateral sobre o muro (T) deve ser resistido pela composição do peso do muro vezes o coeficiente de atrito do solo que suporta o muro (W x C.F.). Usando um coeficiente de segurança de 1,5, W x C.F. ≥ 1,5T

3. Recalque: A capacidade de carga do solo (B.C.) não deve ser excedida pela força vertical (W=peso da parede e de qualquer carga de solo sobre a base, mais a componente vertical do empuxo do solo para um muro com sobrecarga). Usando um coeficiente de segurança de 1,5, B.C. ≥ 1,5 $^W/_A$.

W
T
M_0
H/3
d
M_r

1. Tombamento
empuxo (T) tende a tombar o muro sobre a borda da base

2. Escorregamento
o solo em frente do muro ajuda a resistir a força lateral de T
W x C.F.

3. Recalque
B.C.

É necessário drenagem para aliviar a pressão da água atrás do muro

8" min.

inclinação opcional

H = altura projetada

aço temperado

armadura de aço de concreto armado

preenchimento poroso de reforço

membrana porosa

furos para drenagem de 2" a cada 4'-6' entre centros ou tubo de drenagem inclinado para saída da água para fora da parede

2" min.

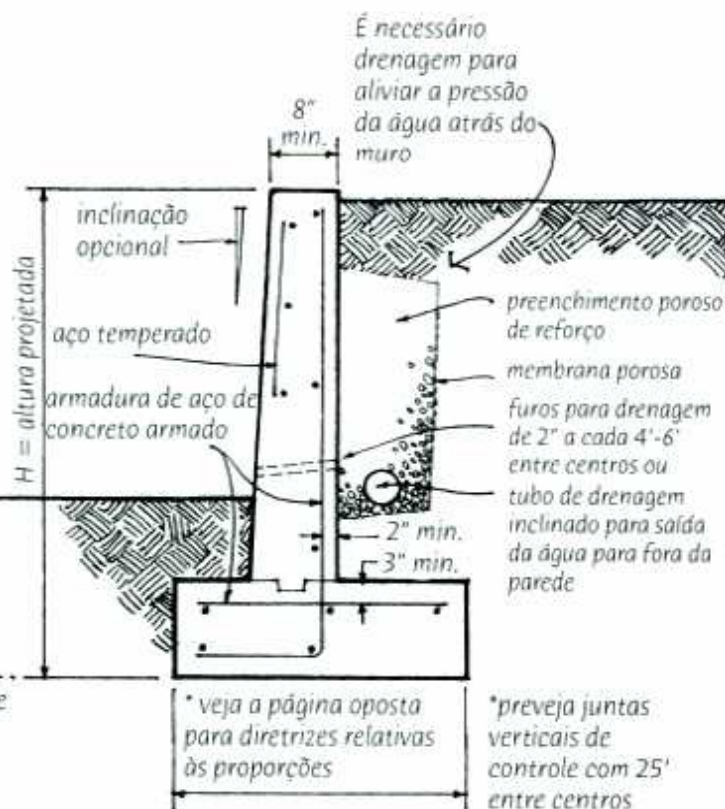
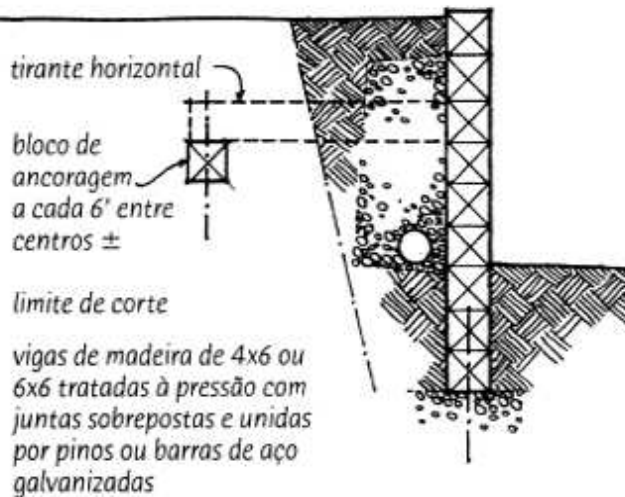
3" min.

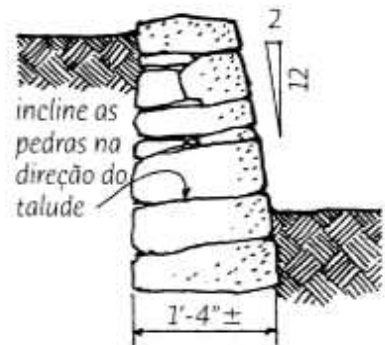
O apoio deve-se estender 2' abaixo do nível inferior da base do solo, ou abaixo da linha de congelamento, a que for maior

1 a 2
12

A inclinação para trás da face do muro de arrimo ajuda a eliminar a impressão da tendência de inclinação para a frente da mesma

* veja a página oposta para diretrizes relativas às proporções

*preveja juntas verticais de controle com 25' entre centros

MURO DE ARRIMO DE CONCRETO ARMADO

MURO DE VIGAS DE MADEIRA HORIZONTAIS

MURO COM ACABAMENTO DE TIJOLO OU PEDRA

a base não precisa atingir a cota de congelamento - providencie uma sub-base granular compactada bem drenada

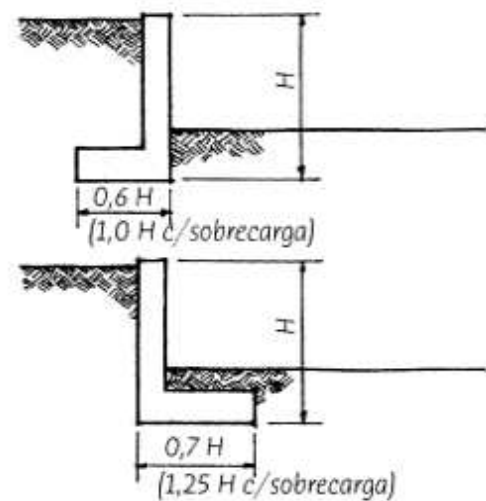
MURO DE PEDRA COM JUNTA SECA

Madeira, pedra e tijolo podem ser usados para muros de arrimo relativamente baixos. Para muros de arrimo acima de 4 pés, usa-se mais comumente concreto armado. As diretrizes relativas às proporções indicadas abaixo são somente para projeto preliminar. Consulte um engenheiro de estruturas para um projeto final, especialmente quando o muro de arrimo é construído sobre solo pobre ou submetido a sobrecarga ou cargas móveis.

MURO DE GRAVIDADE

MURO EM BALANÇO TIPO T

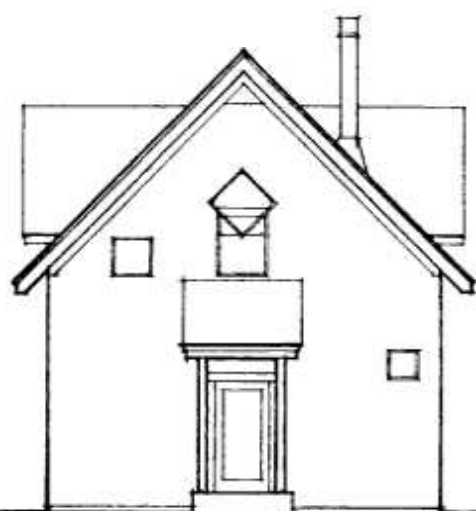
MUROS TIPO L

2

A EDIFICAÇÃO

Este capítulo começa delineando os principais tipos de desenho que usamos para desenvolver e comunicar idéias de projetos. O assunto desta discussão, portanto, serve para ilustrar uma edificação como a reunião de vários sistemas necessariamente relacionados, coordenados e integrados. Esta série de ilustrações fornece um contexto para os capítulos seguintes, cada um dos quais aborda um componente principal de uma edificação, ilustra sua construção com vários materiais e descreve como eles se relacionam com os outros componentes. Este capítulo inclui uma breve introdução à estrutura de uma edificação, o sistema que, tanto figurativamente como fisicamente, mantém todos os outros sistemas unidos.

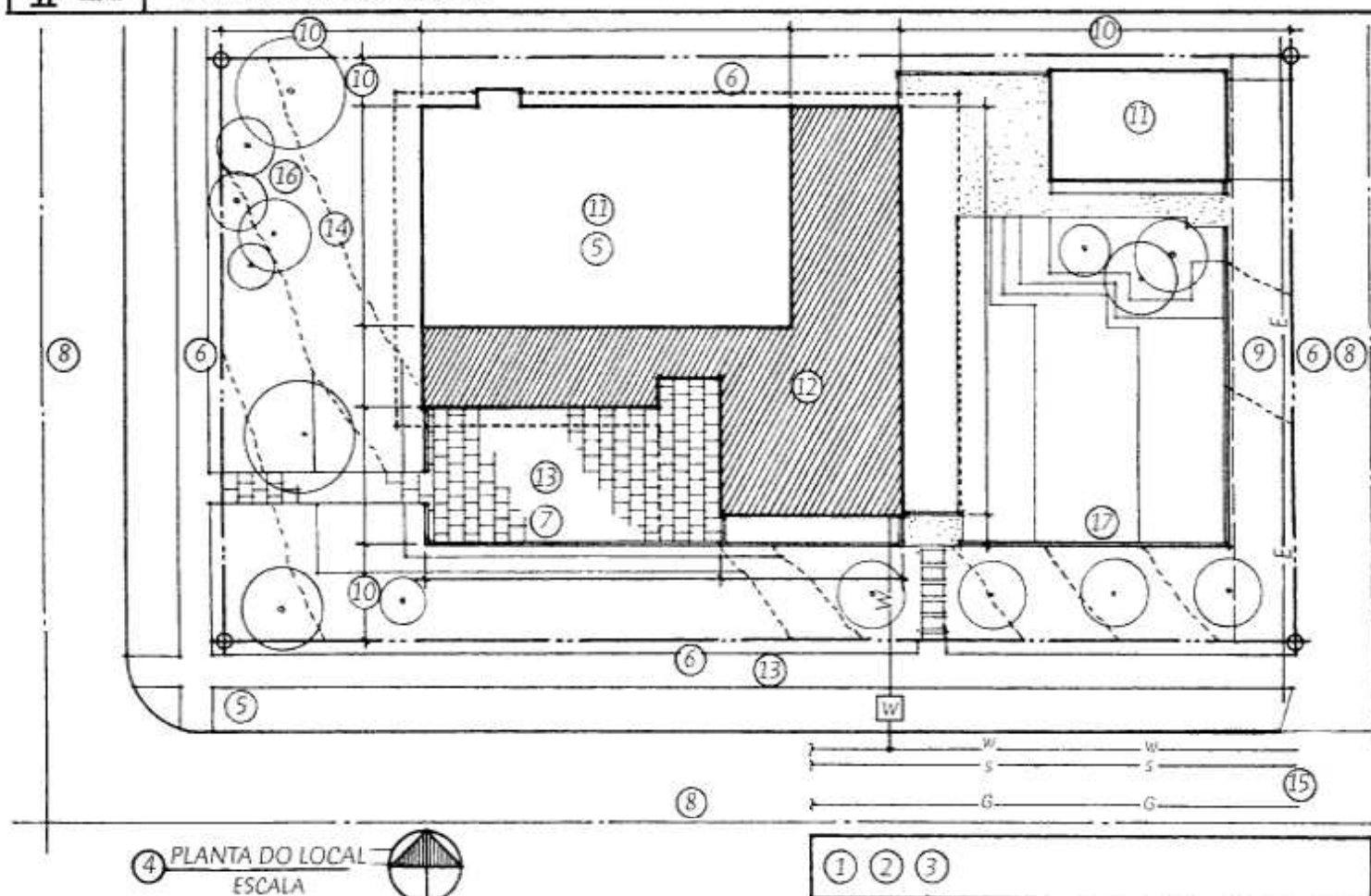
Os desenhos arquitetônicos compõem a linguagem gráfica do projeto e da construção de edificações. No projeto, usamos desenhos para visualizar possibilidades, estudar alternativas e apresentar idéias sobre a forma e os espaços de uma edificação. Para a execução de um projeto, é necessário um projeto executivo, ou de "trabalho" que descreva com precisão as partes constituintes de uma edificação, articule suas relações e revele como elas trabalham em conjunto.

O projeto executivo consiste basicamente de vistas em planta, seção e elevação, que são projeções ortográficas sobre uma superfície de desenho perpendicular. São também chamados de desenhos de múltiplas vistas, uma vez que é necessária uma série de vistas relacionadas para compreender a forma tridimensional de um projeto e suas partes constituintes. A principal vantagem deste tipo de desenho e a razão por que o mesmo é utilizado na construção de edificações é que os elementos da edificação são vistos em verdadeira grandeza (dentro da escala), forma e orientação quando visualizados de uma posição perpendicular. A principal desvantagem das representações ortográficas é a sua inerente ambigüidade na definição da profundidade ou terceira dimensão. Por esta razão, é necessário o uso de convenções e símbolos para descrição e compreensão do que está desenhado.

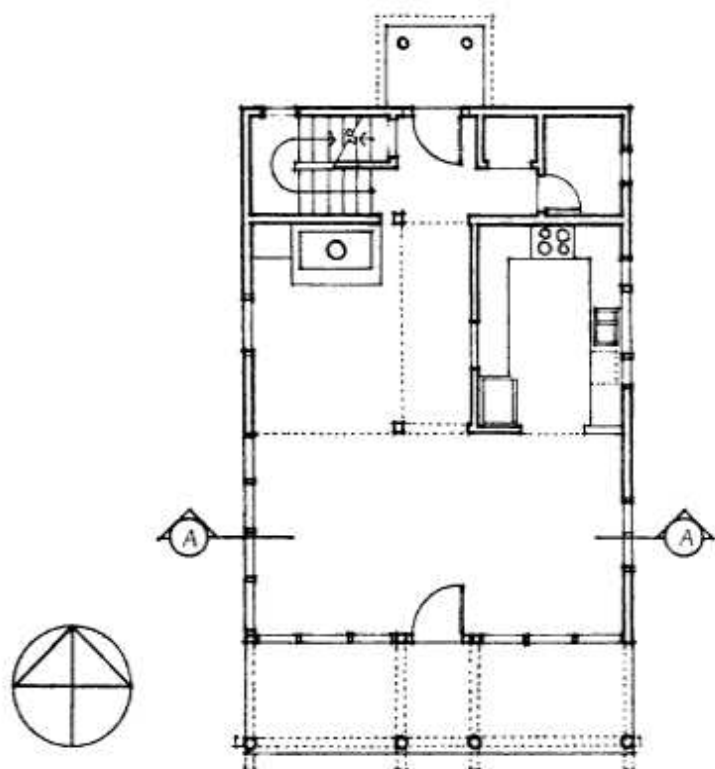
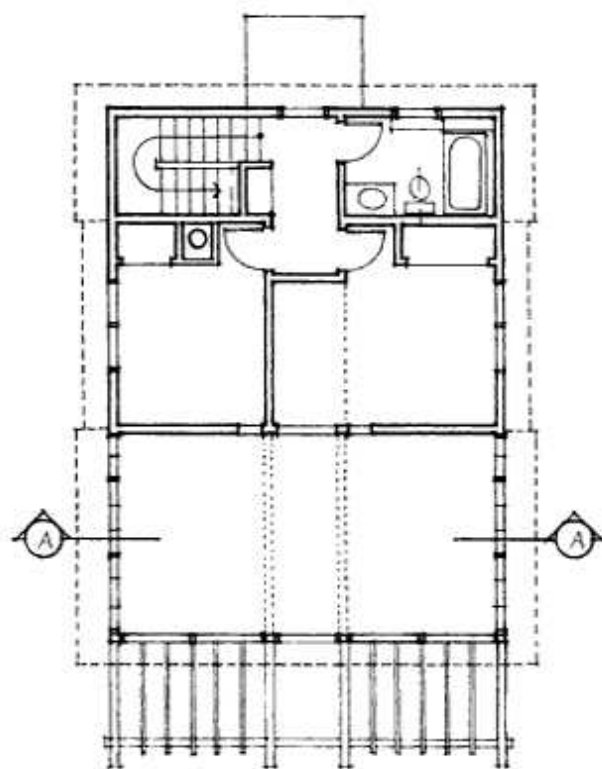
Plantas, seções e elevações ortográficas são usadas não somente para retratar as formas de toda a edificação, mas também para descrever a forma e a construção de componentes da mesma, como ocorre em seções de paredes, detalhes de janela e desenhos de ambientes. Ver 2.5.

FACHADA NORTE

FACHADA OESTE

A planta do terreno é uma vista olhando de cima de uma edificação para baixo, ilustrando sua localização e orientação em uma área de terreno e fornecendo informação sobre a topografia do local, paisagismo, serviços públicos e canteiro de obras. Ver 1.26.

A planta baixa é também uma vista de cima para baixo, porém, após um corte na edificação por um plano horizontal, cerca de 4 pés acima do plano do piso e com a seção superior removida. Ela ilustra as dimensões horizontais dos espaços de uma edificação, bem como a espessura e construção das paredes e colunas verticais que definem estes espaços.

A PLANTA DO LOCAL

A planta do local ilustra as características naturais e construídas e descreve a construção proposta em relação às características existentes. Normalmente baseada em um levantamento de campo realizado por um engenheiro, a planta do local é essencial para o estudo da influência dos fatores ambientais e regulamentadores no planejamento, localização e volume de uma edificação. A planta do local deve incluir os seguintes itens:

1. *Nome e endereço do proprietário do terreno*
2. *Endereço da propriedade, se diferente do endereço do proprietário*
3. *Descrição legal da propriedade*
4. *Flecha norte e escala do desenho*
5. *Marcos que estabelecem os pontos de referência para localização e elevações de novas construções*
6. *Descrição dos limites da propriedade/terreno: dimensões das linhas de perímetro e suas orientações relativas ao norte, ângulos dos vértices, raios de curvas*
7. *Limites do projeto, se diferentes dos limites da propriedade/terreno*
8. *Identificação das ruas adjacentes, vielas e outras passagens públicas*
9. *Localização e dimensões de quaisquer passagens públicas que cruzam o local e outras características legais pertinentes*
10. *Dimensões dos recuos exigidos pelas precisões de zoneamento*
11. *Localização e tamanho de estruturas existentes e uma descrição de qualquer demolição necessária para nova construção*
12. *Localização, forma e tamanho das estruturas propostas para construção, incluindo beirais de telhados e outras projeções*
13. *Localização e dimensões de áreas existentes ou propostas de vias pavimentadas, áreas de estacionamento e de circulação*
14. *Elevações e curvas de níveis existentes no terreno, e onde for necessário terraplenagem, novas curvas de níveis*
15. *Localização das linhas de serviços públicos existentes (eletricidade, gás, água, esgoto) e pontos de ligação propostos*
16. *Vegetação existente que deve permanecer e a que deve ser removida*
17. *Características de paisagismo propostas, tais como cercas e plantas*
18. *Características existentes relacionadas com água, tais como linhas de drenagem, córregos ou linhas costeiras*
19. *Referências para outros desenhos e detalhes*

PLANTA DO PRIMEIRO PISO

PLANTA DO SEGUNDO PISO

SEÇÃO A

FACHADA SUL

A seção da edificação é uma vista horizontal após cortar a edificação por um plano vertical e remover a parte da frente. Ela revela as dimensões verticais e, em uma direção, as dimensões horizontais dos espaços de uma edificação. Ilustra principalmente a espessura e construção de pisos, coberturas e paredes e, pode também incluir elevações exteriores e interiores vistas além do plano de corte.

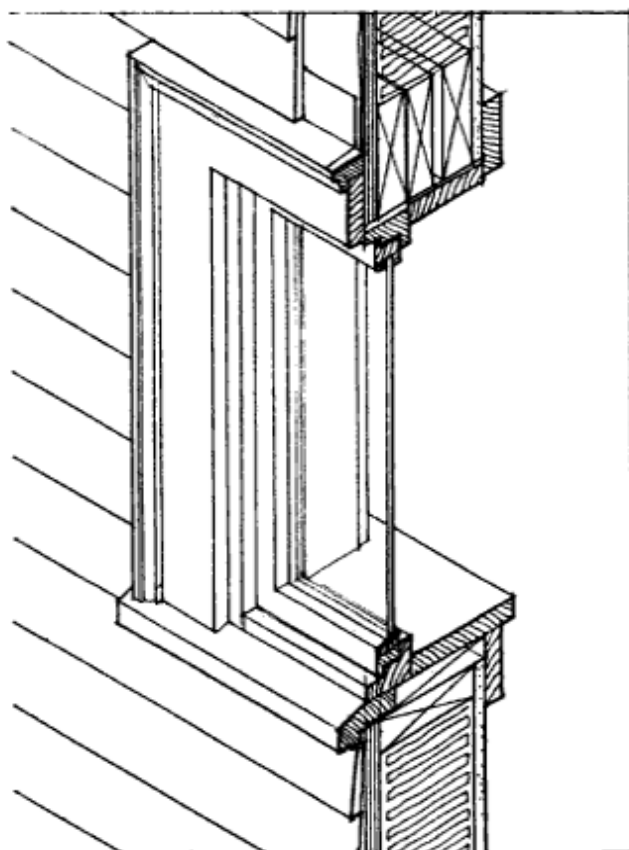
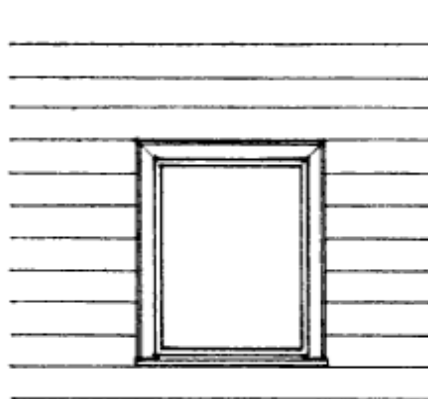
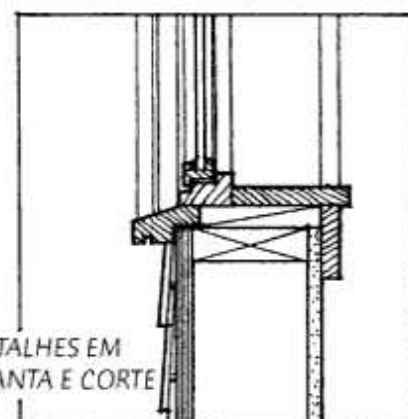
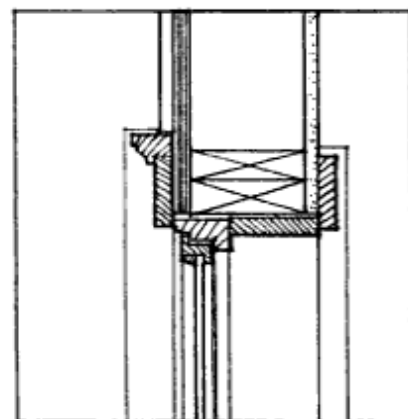
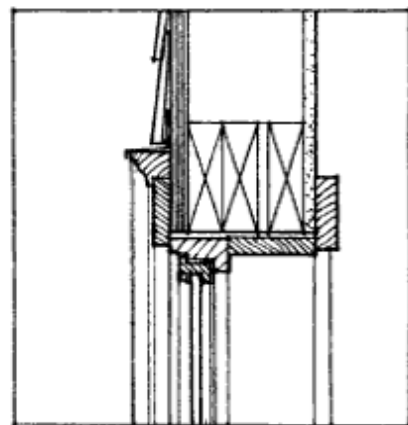
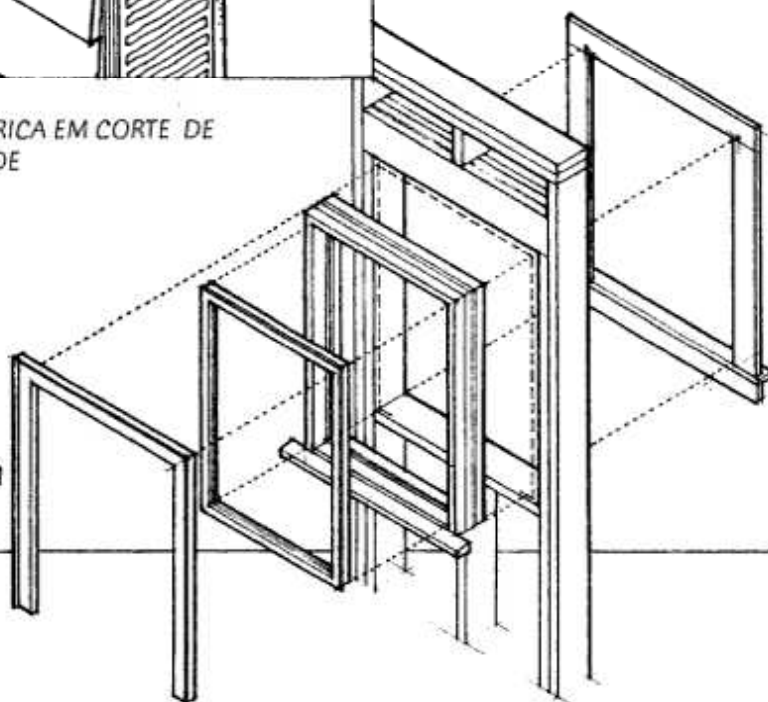
As fachadas de uma edificação são vistas horizontais do exterior da mesma, normalmente feitas a partir de um ponto de vista perpendicular às principais superfícies verticais. Elas ilustram o tamanho, a forma e os materiais das superfícies exteriores, bem como tamanho, proporção e natureza das aberturas de portas e janelas.

Vistas em planos oblíquos são projetadas a partir de uma vista ortográfica de um plano do piso ou terreno horizontal, o qual está orientado em algum ângulo em relação ao horizontal (45°/45°, 60°/30°, 30°/60°). A orientação que usarmos determina o quanto vemos de cada plano.

As vistas oblíquas são similares, mas projetadas a partir de uma elevação. A profundidade é freqüentemente reduzida, dependendo do ângulo de projeção.

As vistas isométricas são projetadas sobre os eixos X, Y, e Z, os quais formam ângulos de 120° entre si no plano da figura. Se as verticais permanecem verticais, então os eixos X e Y são desenhados a 30° em relação a horizontal. As isométricas não estão sujeitas à distorção das vistas oblíquas, dando uma imagem mais verdadeira das proporções relativas, e são desenhadas a partir de um ângulo de visão ligeiramente mais baixo.

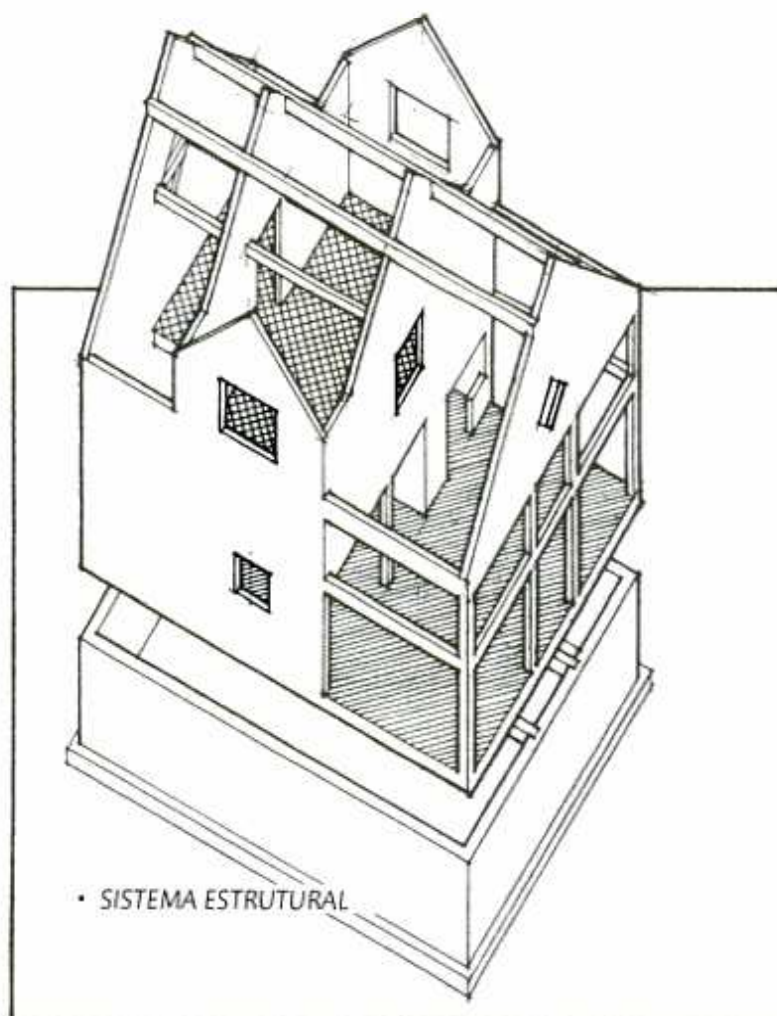
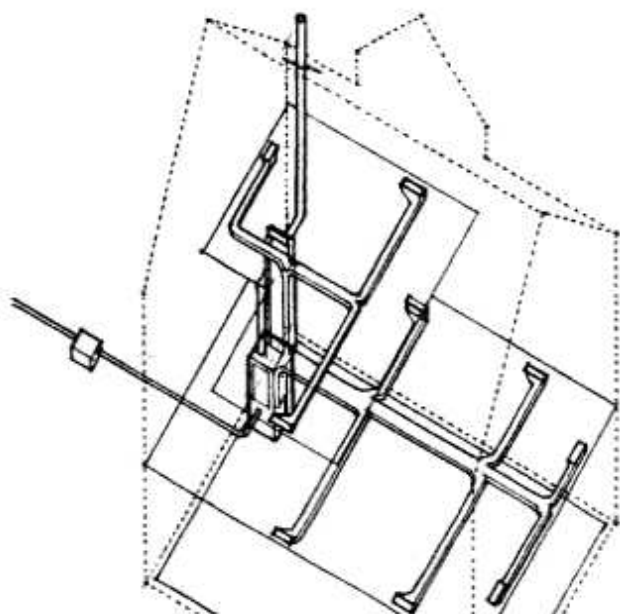
Todo o desenho é uma convenção utilizando graus variáveis de abstração. O tipo de desenho que comunica de modo mais próximo a forma tridimensional como nós a percebemos naturalmente é uma perspectiva desenhada com precisão. Entretanto, o seu valor pictórico não pode ser aproveitado em desenhos para construção, uma vez que elementos na perspectiva estão reduzidos e não podem ser postos em escala. Um tipo de desenho que combina o valor pictórico de uma perspectiva e a possibilidade de medidas em escala dos desenhos ortográficos é o desenho em perspectiva paralela. Por esse motivo, sempre que possível, a informação gráfica neste livro é apresentada através de perspectivas paralelas.

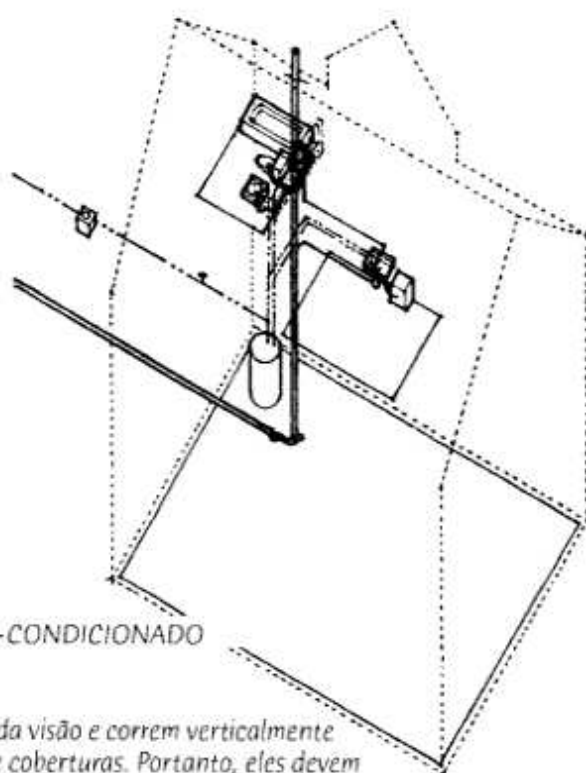
Nesta página temos vistas em perspectiva paralela da edificação, desenhada ortograficamente nas duas páginas anteriores. Em uma perspectiva paralela, linhas paralelas permanecem paralelas e dimensões ao longo dos eixos X,Y, e Z podem ser desenhadas em escala. Note que as formas em uma perspectiva paralela são sempre vistas de cima ou de baixo.

Devemos estar familiarizados com os vários tipos de convenções de desenho. Os desenhos de construção consistem principalmente de vistas em planta, seção e fachada. Esses desenhos ortográficos ilustram claramente a forma de elementos quando perpendiculares à nossa linha de visão, revelando suas dimensões horizontais e verticais e as relações entre si.

As vistas em perspectiva paralela também podem ser efetivas na descrição - de uma maneira tridimensional - das partes de uma edificação, como esses elementos se relacionam uns com os outros e como são montados durante a construção. A escolha do tipo de desenho a ser utilizado dependerá, em última instância, da natureza do que queremos ilustrar.

A arquitetura e a construção de uma edificação não são necessariamente a mesma coisa. É necessário compreender como os vários elementos, componentes e sistemas de uma edificação funcionam em conjunto - e como eles devem ser compatíveis e integrados uns com os outros - tanto durante o projeto como durante a construção da edificação. Esta compreensão, porém, permite elaborar a arquitetura mas não garante sua execução. Um conhecimento prático da construção de edificações é apenas um de vários fatores críticos na execução da idéia arquitetônica.

Quando falamos de arquitetura como a arte de edificar, devemos considerar sistemas conceituais de ordem, além dos sistemas físicos da construção.

- a definição, escala, proporção e organização dos espaços interiores de uma edificação
- o zoneamento funcional dos espaços de uma edificação, de acordo com finalidade e uso
- circulação horizontal e vertical, através do interior da edificação
- a imagem física de uma edificação: forma, espaço, luz, cor, textura e padrões
- contexto: a edificação como um componente integrado no ambiente natural e construído

- SISTEMA ESTRUTURAL

• SISTEMAS MECÂNICOS: AQUECIMENTO • VENTILAÇÃO • AR-CONDICIONADO
• INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS E ELÉTRICAS

Os sistemas mecânicos de uma edificação geralmente estão longe da visão e correm verticalmente dentro de espaços nas paredes e horizontalmente dentro de pisos e coberturas. Portanto, eles devem ser cuidadosamente integrados uns com os outros, bem como na forma, na estrutura e na organização espacial da edificação.

• SISTEMA DE FECHAMENTOS EXTERNOS

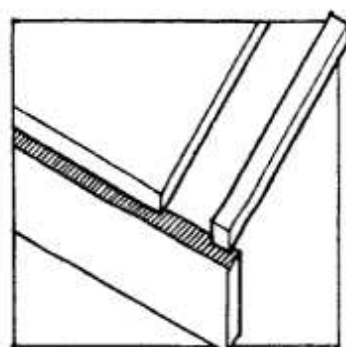
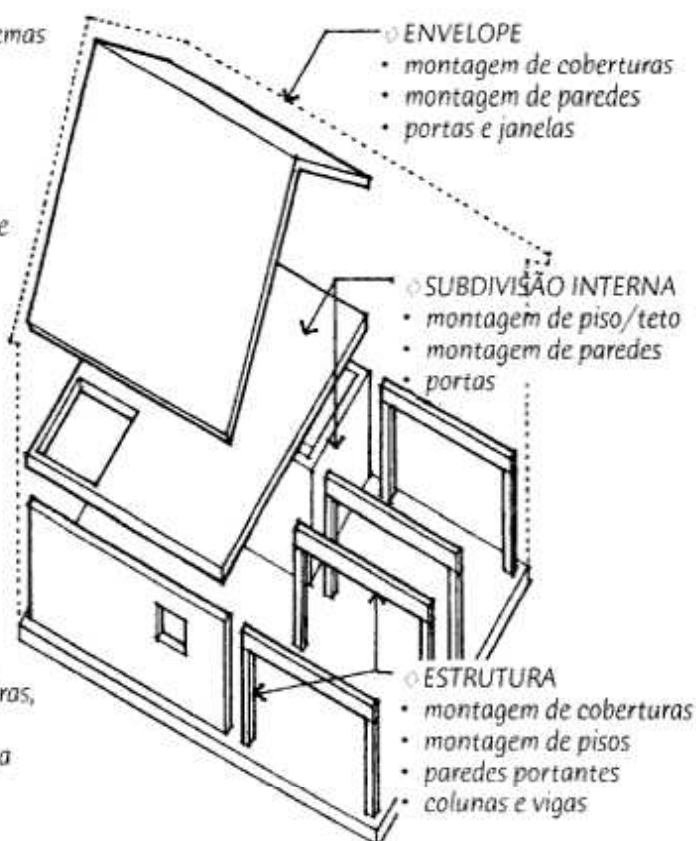
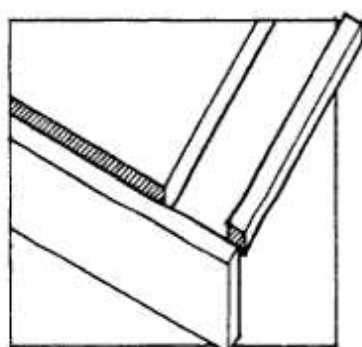
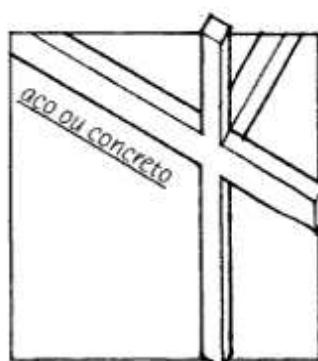
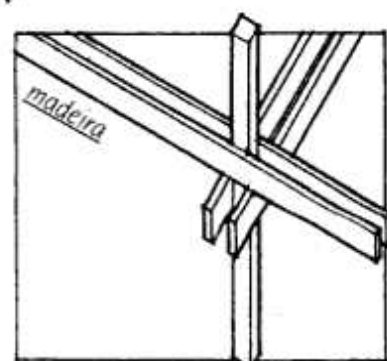
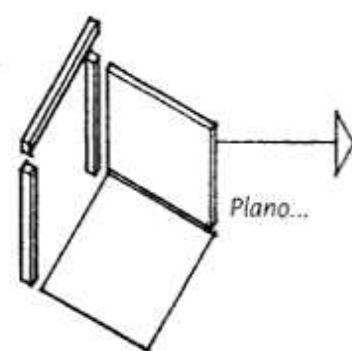
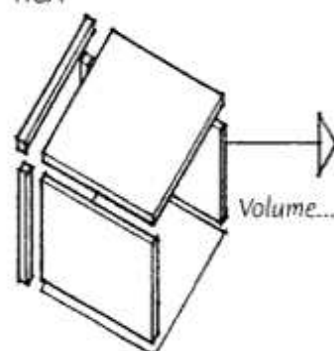
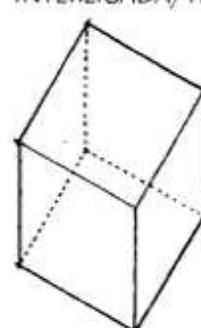
Os elementos físicos que definem, organizam e reforçam a coordenação perceptual e conceitual de uma edificação são de interesse prioritário para nós neste livro. Na página seguinte, começamos a decompor uma edificação nestes elementos, que serão bem trabalhados em capítulos subseqüentes. O foco do restante deste capítulo será o sistema estrutural de uma edificação - a configuração dos elementos estruturais que literal e figurativamente sustentam, juntos, os outros sistemas da edificação.

2.8 ELEMENTOS DA EDIFICAÇÃO

Uma edificação geralmente pode ser decomposta nos seguintes sistemas físicos:
◇ SISTEMA ESTRUTURAL
◇ ENVOLTÓRIO EXTERIOR
◇ SUBDIVISÃO DE ESPAÇO INTERNO

Cada um desses, por sua vez, pode ser visto como sendo composto de montagens lineares e planas.

- *Montagens planas:*
  - *planos horizontais ou inclinados da cobertura*
  - *planos horizontais dos pisos*
  - *planos verticais das paredes*
- *Montagens lineares:*
  - *vigas horizontais*
  - *colunas verticais*

Esses elementos e montagens podem ser associados de várias maneiras, dependendo da natureza dos materiais usados, do método para transferir e resolver as forças atuantes sobre a edificação e da forma física desejada. Abaixo apresentamos os tipos básicos de conexões usadas na construção de edificações.

APOIO DIRETO

JUNTA DE TOPO VERTICAL

JUNTA RÍGIDA/MONOLÍTICA

JUNTA ENTRELAÇADA/INTERLIGADA/TRESPASSADA

Uma maneira útil de comparar as formas dos elementos de edificação é classificá-los de acordo com os elementos geométricos de ponto, linha, plano e volume. Esses elementos são unidos na construção para formar os vários componentes e subsistemas de uma edificação. O desenho da página seguinte ilustra esses subsistemas e serve como um índice visual à organização deste livro.

Sistemas de Cobertura
Capítulo 6
Proteção Contra
Migração de Calor e
Umidade
Capítulo 8
Sistemas
Mecânicos e
Elétricos
Capítulo 11
Portas e Janelas
Capítulo 7
Sistemas de Parede
Capítulo 5
Sistemas de Piso
Capítulo 4
Construções Especiais
Capítulo 9
Acabamentos
Capítulo 10
Sistemas de Fundações
Capítulo 3
O Local da Edificação
Capítulo 1
Notas sobre Materiais
Capítulo 12

Ao encerrar os espaços para habitação, a estrutura de uma edificação deve ser capaz de suportar dois tipos de cargas - estáticas e dinâmicas.

CARGAS ESTÁTICAS, constantes por natureza, são de dois tipos:

- Cargas permanentes são relativamente fixas e incluem o peso da estrutura da edificação, bem como os pesos de quaisquer cargas permanentes dentro da edificação, tais como equipamentos mecânicos.

- Cargas acidentais são cargas que se deslocam e que podem não estar sempre presentes. Incluem o peso dos ocupantes e o mobiliário de uma edificação, bem como cargas de neve sobre a cobertura.

CARGAS DINÂMICAS podem ser aplicadas subitamente a uma estrutura e variam em magnitude e localização.

- Cargas de vento podem produzir pressão e sucção nas paredes de uma edificação e nos planos de sua cobertura, dependendo de sua geometria e orientação. Os efeitos dinâmicos do vento sobre edifícios altos são especialmente importantes.

- Forças sísmicas resultam de movimentos súbitos na crosta terrestre. São multidirecionais por natureza e propagadas na forma de ondas. Elas fazem com que a superfície da terra, e as edificações sobre ela entrem em vibração por causa da tendência da massa de uma edificação de permanecer em repouso.

Enquanto que as cargas permanentes de uma edificação têm um caráter invariável, cargas acidentais móveis e cargas dinâmicas podem variar em magnitude, duração e ponto de aplicação devido ao vento ou a forças sísmicas. De qualquer forma, a estrutura de uma edificação deve ser projetada para essas possibilidades. Os códigos de obras geralmente fornecem cargas distribuídas ou concentradas equivalentes para finalidades de projeto. Essas estão baseadas no resultado líquido da máxima combinação de forças esperada (ver apêndice para os pesos de materiais comuns de construção e cargas típicas de ocupação e ambientais).

A seguir, explicamos sucintamente como um sistema estrutural deve resolver as forças que atuam sobre uma edificação, e canalizá-las para o solo. Para mais informações sobre a análise estrutural veja Bibliografia.

Na análise estrutural de edificações, estamos preocupados com a magnitude, direção e ponto de aplicação de forças, e com suas resoluções para produzir um estado de equilíbrio. Para um sistema estrutural estar em equilíbrio, são necessárias três condições:

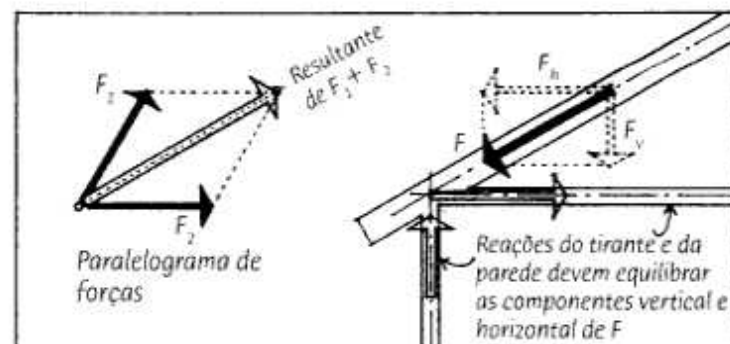
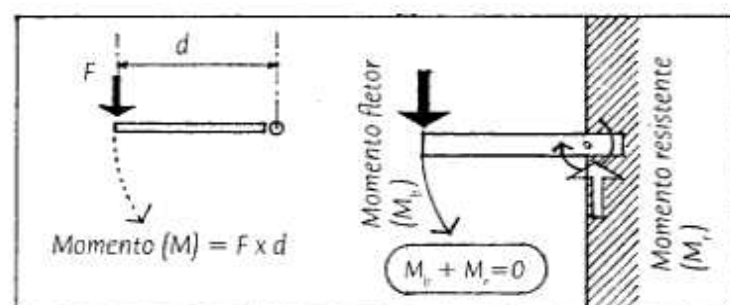
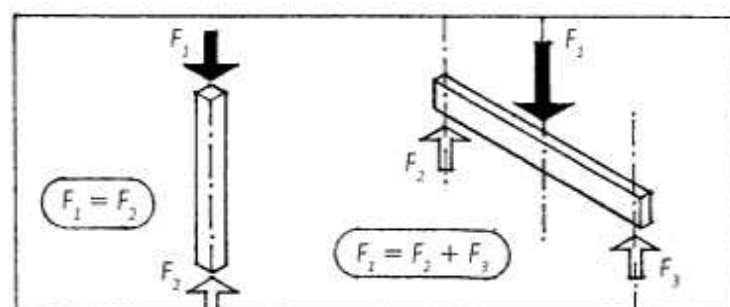
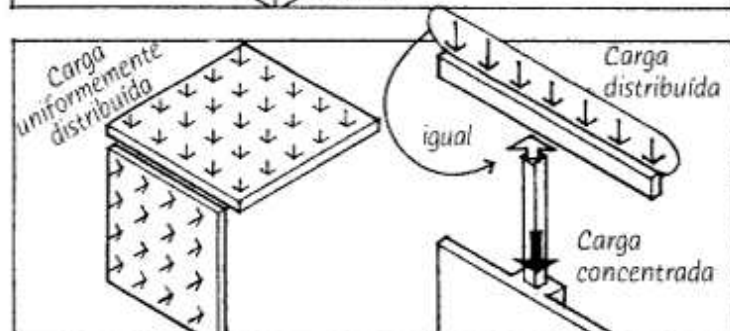
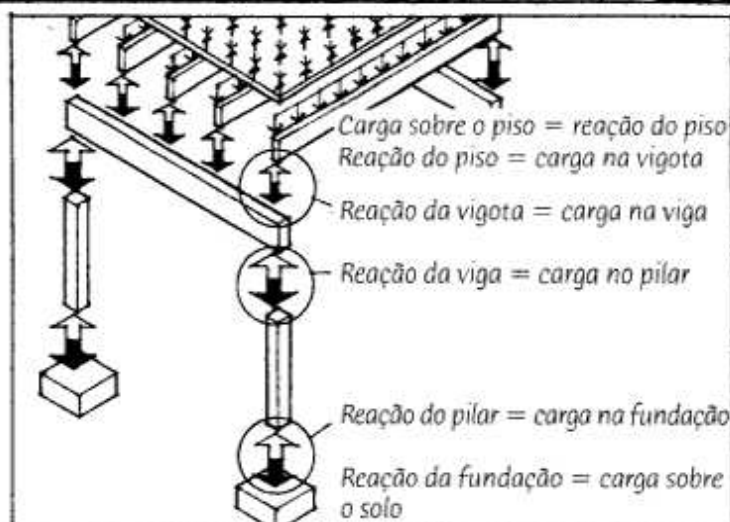
1. A soma Σ de todas as forças verticais = 0
2. A soma Σ de todas as forças horizontais = 0
3. A soma Σ de todos os momentos de todas as forças em relação a qualquer ponto = 0

Portanto, à medida que cada elemento estrutural é carregado, seus elementos de suporte devem reagir com forças iguais, porém opostas.

As forças podem ser consideradas como aplicadas de forma uniforme, como no caso de cargas acidentais sobre um piso ou de carga de vento sobre uma parede. Uma força também pode ser uma carga concentrada, por exemplo, quando uma viga se apóia sobre um pilar ou quando uma coluna se apóia sobre sua fundação.

As forças podem ser paralelas e colineares, por exemplo, quando uma coluna suporta uma carga vertical proveniente de cima. Elas também podem ser paralelas, mas não se encontrarem, por exemplo, quando uma viga suporta uma carga no meio do seu vão. Essas forças paralelas, não concorrentes, tendem a fazer com que um elemento estrutural rígido sofra flexão e deflexão, as quais devem ser suportadas pela resistência interna do material.

Qualquer força tende a fazer com que o corpo se mova em direção à sua linha de ação. A força também pode fazer o corpo rodar, se ela não passar pelo centro de gravidade do corpo. Esse efeito rotacional de uma força é chamado de momento. Para cada momento criado pelas forças atuantes sobre um elemento estrutural deve haver um momento resistente igual, porém oposto.

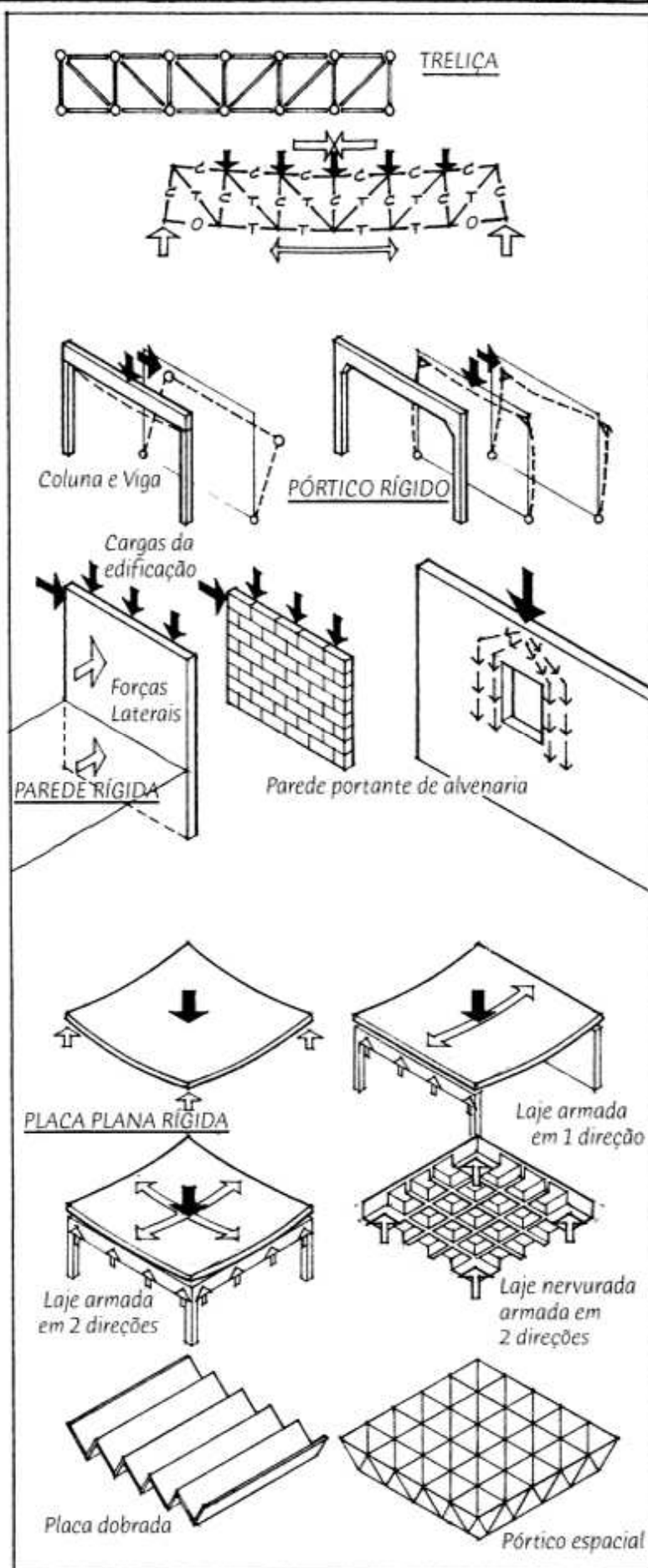
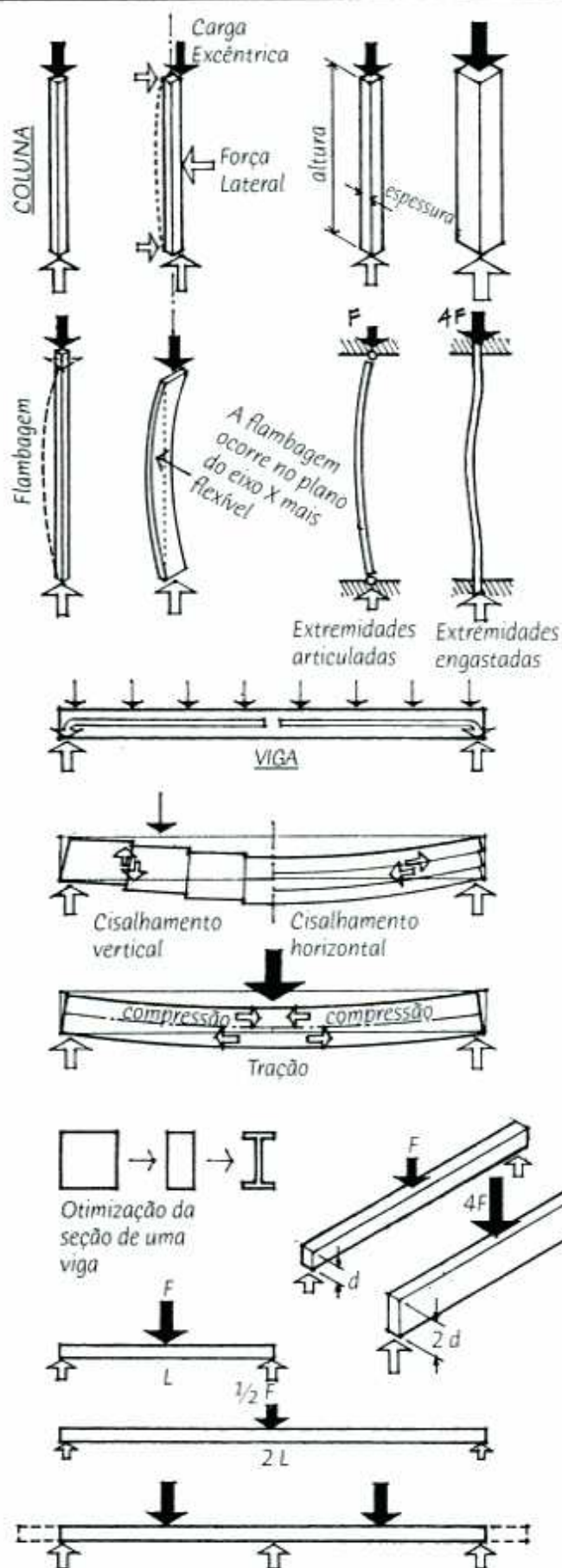
Um conjunto de forças concorrentes atuando através de um ponto comum pode ser simplificado por uma única resultante equivalente às várias forças. Analogamente, uma força inclinada pode ser decomposta em componentes vertical e horizontal.

Uma treliça consiste de segmentos curtos, retos e rígidos unidos em um padrão triangular. Esse padrão triangular é o que torna a treliça uma unidade estrutural rígida. Embora a treliça no seu todo esteja sujeita à flexão, os seus elementos individuais estão sujeitos somente à compressão ou tração.

Quando uma viga é suportada por duas colunas, essa estrutura define um plano invisível e qualifica o espaço em volta dela. A estrutura típica de coluna e viga não é capaz de resistir a forças laterais, a menos que seja travada. Se os nós entre as colunas e as vigas são rígidos, então essa estrtutura é chamada de pórtico. Um pórtico rígido tem maior estabilidade lateral na direção do seu plano e tanto as colunas quanto a viga estão sujeitas à flexão.

Se preenchermos o plano definido por duas colunas e uma viga, ele funciona como uma coluna fina e longa transmitindo forças de compressão para o solo. Essa parede, se construída de concreto armado, é capaz de resistir a forças laterais. Porém, se construída de alvenaria, a parede portante é capaz de suportar somente cargas no seu plano. As tensões em uma parede portante têm que fluir em volta de quaisquer aberturas de portas e janelas contidas no plano.

Um elemento estrutural plano, tal como uma laje de concreto armado, pode cobrir vãos horizontalmente, transferindo seu carregamento para seus apoios através de flexão. Uma laje armada em uma direção funciona como uma viga larga e achatada estendendo-se entre dois apoios. Uma laje armada em duas direções, apoiada sobre quatro lados, é mais versátil, uma vez que ela fornece mais caminhos ao longo dos quais as tensões podem ser transmitidas para os elementos de apoio.

Elementos planos, longos e estreitos podem ser unidos ao longo de suas bordas formando placas dobradas ou nervuradas. Estas funcionam como vigas, mas também são capazes de cobrir vãos razoavelmente longos.

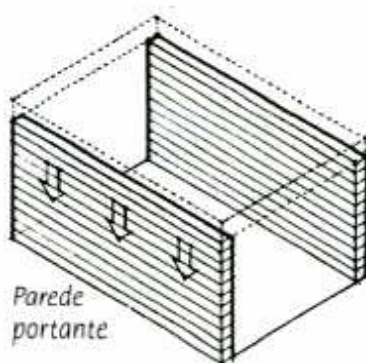
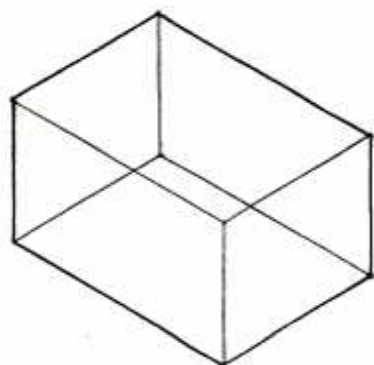
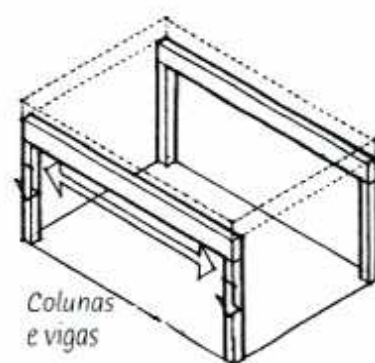
O pórtico espacial também é capaz de cobrir longos vãos. Funciona como uma unidade estrutural plana, consistindo de elementos lineares, curtos e rígidos, estruturados em um padrão triangular tridimensional.

Os elementos estruturais podem ser classificados de acordo com a sua geometria, rigidez e pela forma como reagem às forças a eles aplicadas. Cargas externas criam tensões internas dentro dos elementos estruturais.

Os dois tipos básicos de elementos estruturais lineares e rígidos são a coluna e a viga. Uma coluna transmite forças de compressão verticalmente ao longo do seu eixo. Se a carga está centrada, a coluna simplesmente comprime-se. Se, porém, a carga está fora do eixo, ou aplicada lateralmente, a coluna sofre curvatura.

A capacidade de carga de uma coluna varia inversamente com seu comprimento. Quanto mais espessa a coluna em relação à sua altura, mais esforços pode resistir, bem como melhor resistirá a carregamentos excêntricos ou laterais. Esta relação entre altura e espessura é conhecida como o índice de esbeltez de uma coluna. Colunas altas, esbeltas são particularmente suscetíveis à flambagem.

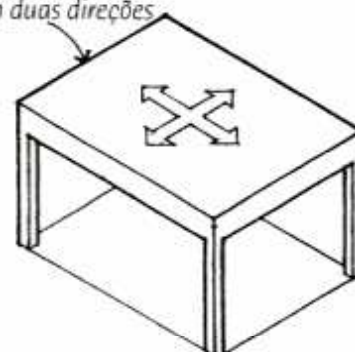
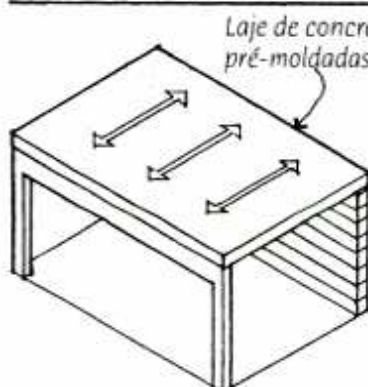
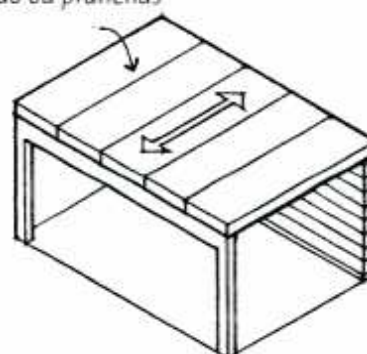
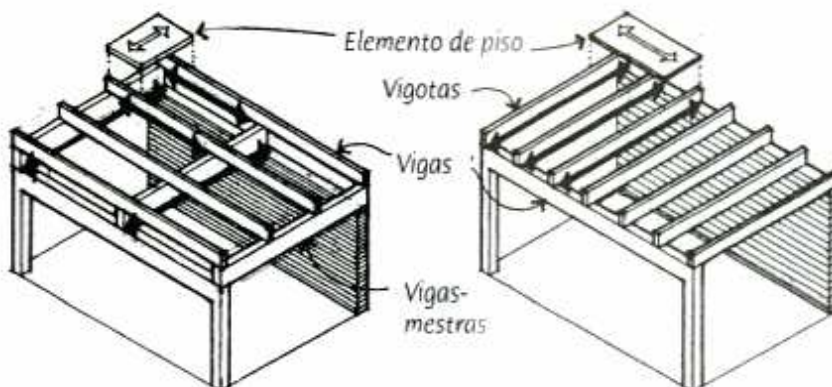
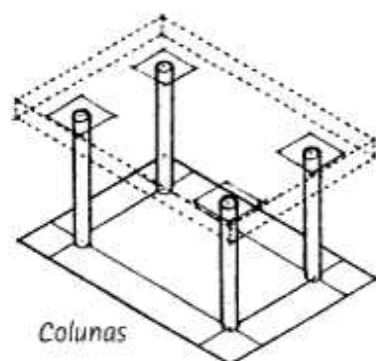
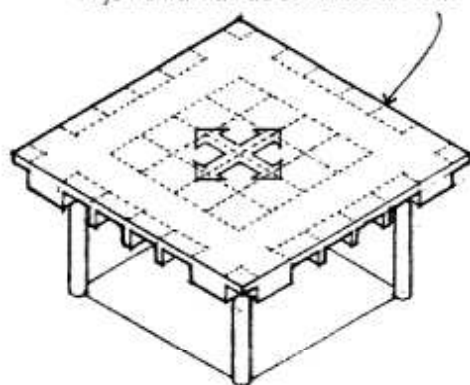
Uma viga transfere seu carregamento lateralmente ao longo do seu comprimento para os seus apoios. Devido à forma não concorrente das forças, uma viga está sujeita à flexão. Isso resulta em uma combinação de tensões de compressão e tração, as quais são maiores nas bordas superiores e inferiores da viga. Na flexão, uma viga também se torna sujeita a tensões de cisalhamento vertical e horizontal.

Como regra geral, a resistência de uma viga aumentará proporcionalmente ao quadrado do aumento de sua altura, enquanto sua rigidez aumentará proporcionalmente ao cubo desse aumento. Analogamente, se o comprimento de uma viga é dobrado, as tensões de flexão dobrarão e ela será capaz de suportar somente metade da sua carga original. A sua deflexão ao carregamento também aumentará na proporção do cubo do seu aumento em comprimento.

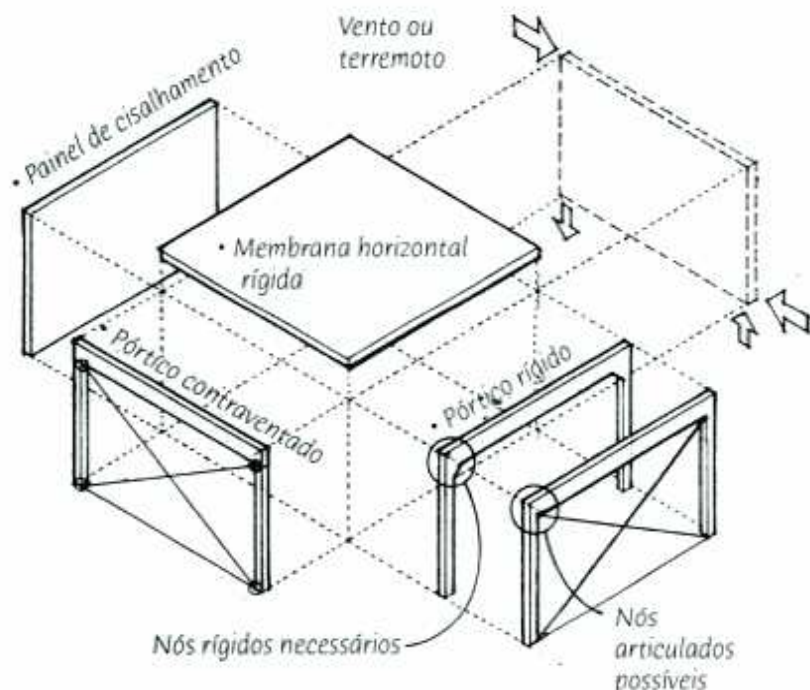
Estender uma viga em balanço além dos seus apoios pode reduzir o seu momento fletor máximo. Prolongar uma viga continuamente sobre três ou mais apoios também pode reduzir os momentos ocorrentes e tornar a estrutura mais rígida.

APOIOS VERTICAIS

Com os elementos estruturais fundamentais de coluna, viga, laje e parede portante, é possível formar uma unidade estrutural básica capaz de definir e fechar um volume de espaço para habitação. Essa unidade estrutural, quer usada sozinha, quer de forma repetitiva, é a unidade básica de construção para o sistema estrutural de uma edificação.

ELEMENTOS DE COBERTURA DE VÃO RESISTENTES EM DUAS DIREÇÕES

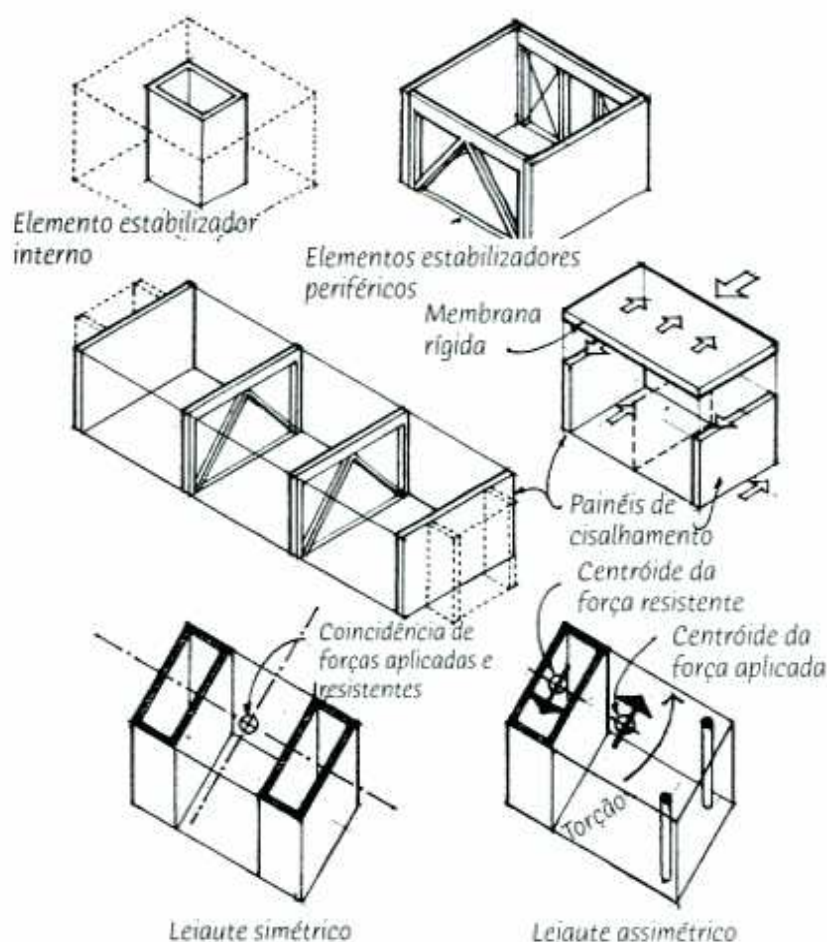
Nestas duas páginas estão descritos tipos básicos de unidades estruturais. Os apoios verticais podem ser paredes portantes, um reticulado de colunas e vigas ou simplesmente colunas apoiando uma placa rígida de concreto armado em duas direções.

O elemento horizontal de cobertura do vão pode ser uma placa rígida de concreto armado resistente, em uma ou nas duas direções. Um sistema alternativo consiste de um arranjo hierárquico de pisos suportados por vigas esbeltas resistentes em uma direção, vigas e transversinas.

Colunas e vigas lineares formam um esqueleto tridimensional com um potencial para aberturas. Paredes portantes, suportando uma laje resistente em uma direção, formam um sistema plano que confere uma qualidade direcional a um espaço definido. Lajes horizontais suportadas por colunas liberam a localização de paredes e definem camadas horizontais de espaços.

ELEMENTOS DE COBERTURA DE VÃO RESISTENTES EM UMA DIREÇÃO

A capacidade dos elementos de cobrir vãos horizontais determina o espaçamento dos seus apoios verticais. Essa relação fundamental entre o vão e o espaçamento dos elementos estruturais influencia as dimensões e a escala dos espaços definidos pelo sistema estrutural de uma edificação. As dimensões e a proporção das unidades estruturais de um sistema, por sua vez, devem estar relacionadas aos requisitos programáticos dos espaços da edificação.

Uma distinção fundamental entre sistemas de cobertura de vãos resistentes em uma ou nas duas direções encontra-se na proporção do bloco estrutural que cada um pode cobrir eficientemente. Sistemas resistentes em uma direção são, geralmente, preferidos quando o bloco estrutural é retangular - ou seja, a relação entre a dimensão mais curta e a mais longa é maior que 1,5 - ou quando a grade estrutural forma um padrão linear. Sistemas resistentes em duas direções, por outro lado, são mais eficientes para blocos estruturais quadrados ou quando a grade estrutural se estende igualmente nas duas direções.

ALCANCE REPRESENTATIVO DE VÃOS de diferentes sistemas em pés			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
SISTEMAS DE COBERTURA DE VÃOS RESISTENTES EM 1 DIREÇÃO	Madeira	Pranchas										
		Vigotas										
		Vigas laminadas										
		Treliças										
	Aço	Elementos de piso										
		Vigas em perfis										
		Treliças solidárias com piso										
	Concreto Armado	Lajes										
		Vigas T										
		Pranchas pré-moldadas										
		Vigas T pré-moldadas										
RESISTENTES EM 2 DIREÇÕES		Laje cogumelo										
		Viga e laje armadas em 2 direções										
		Laje nervurada										

São necessários elementos de estabilização para resistir a forças laterais em todas as direções

Os elementos estruturais de uma edificação devem ser configurados para formar uma estrutura estável sob qualquer condição de carga possível. Portanto, um sistema estrutural projetado para suportar cargas verticais gravitacionais, também deve ser capaz de suportar forças como vento lateral e terremotos. Existem três mecanismos básicos para assegurar a estabilidade lateral.

- Contraventamento Diagonal (madeira ou aço): significa travar um pórtico com elementos diagonais
- Pórtico Rígido (aço ou concreto armado): significa desenvolver um pórtico com nós rígidos capaz de resistir a mudanças nas relações angulares
- Painel de Cisalhamento (madeira, concreto, ou alvenaria): significa usar um elemento rígido plano capaz de resistir a mudanças de formas

Qualquer um desses sistemas pode ser usado para estabilizar uma estrutura, individualmente ou em combinação. Dos três, o pórtico rígido tende a ser o menos eficiente. Porém, os pórticos rígidos podem ser úteis quando pórticos contraventados diagonalmente ou painéis de cisalhamento formam barreiras que podem causar problemas funcionais.

Os elementos estabilizadores laterais podem ser colocados dentro de uma edificação ou ao longo do seu perímetro e combinados de várias maneiras. Em todos os casos, porém, diversos elementos estabilizadores devem ser usados para resistir a forças laterais em todas as direções.

Membranas horizontais rígidas, atuando como vigas achatadas e compridas, cobrem o vão entre painéis de cisalhamento. Estas são necessárias para transferir cargas laterais de paredes não-portantes para os painéis/paredes de cisalhamento capazes de suportar carga.

As cargas laterais são mais críticas na direção mais estreita de edificações retangulares e os elementos mais eficientes (painéis de cisalhamento ou pórticos contraventados) são usados nessa direção. Na direção maior podem ser usados elementos similares ou um pórtico rígido.

O arranjo dos elementos estabilizadores laterais é importante para a estabilidade da estrutura como um todo. Um leiaute assimétrico, onde o centróide da força aplicada não coincide com o centro de força da massa resistente, pode causar efeitos de torção. Um arranjo simétrico de elementos estabilizadores laterais é, portanto, sempre desejável. Esse princípio é especialmente importante para edifícios altos.

Os edifícios altos são particularmente suscetíveis aos efeitos de cargas laterais. Sob carregamento lateral, podem ser vistos funcionando como balanços verticais. O momento de tombamento deve ser contrabalançado pelo momento resistente interno da estrutura. Quanto mais largo é um edifício alto, maior sua resistência à flexão.

Momentos de tombamento

Menores forças nas colunas desenvolvem-se em edificações largas, tendo em vista que o braço de momento que separa as colunas é maior.

Momentos resistentes

Um pórtico rígido é o modo menos eficiente para obter estabilidade lateral, sendo apropriado somente para estruturas de baixa e média altura. À medida que a altura de uma edificação aumenta, torna-se necessário complementar um pórtico rígido com mecanismos adicionais de contraventamento, tais como um núcleo rígido ou um contraventamento diagonal. Uma estrutura tubular mais rígida capaz de resistir a todas as forças laterais pode ser desenvolvida usando colunas pouco espaçadas e rigidamente conectadas a vigas - tímpanos horizontais. Em estruturas extremamente altas, os elementos principais de contraventamento diagonal podem ser sobrepostos a um pórtico rígido ou à uma estrutura tubular.

Pórtico e núcleo rígidos

Pórtico contraventado e núcleo rígido

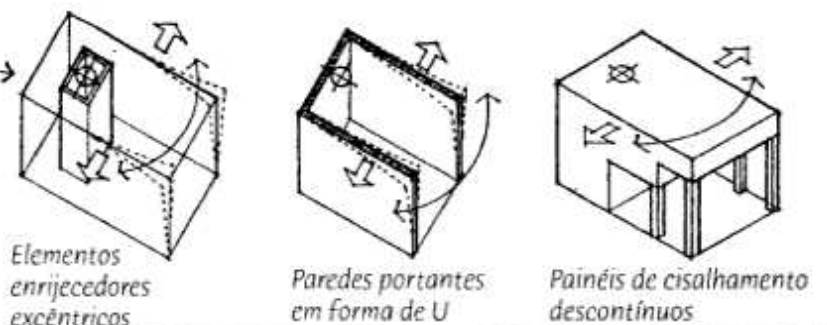
Estrutura tubular

Contraventamento diagonal sobreposto à estrutura em pórtico ou tubular

Os terremotos podem produzir movimentos dinâmicos e complexos no terreno sobre o qual se assenta uma edificação. Embora estes movimentos sejam por natureza tridimensionais, de um ponto de vista de projeto estrutural, os movimentos horizontais do solo são os mais importantes. Portanto, as forças sísmicas são consideradas basicamente de caráter lateral.

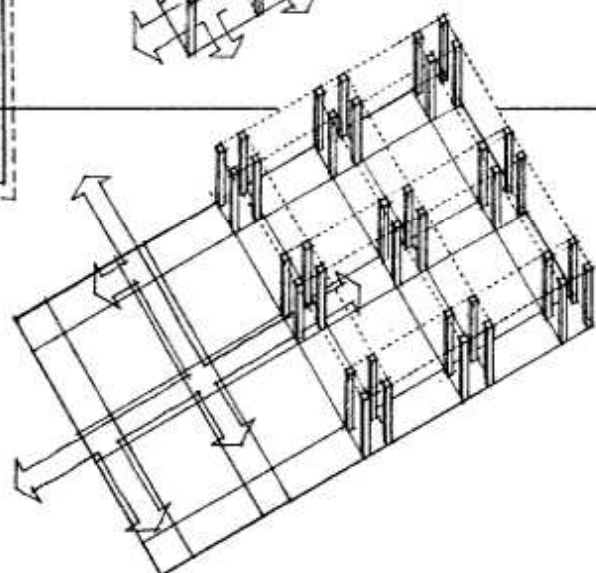
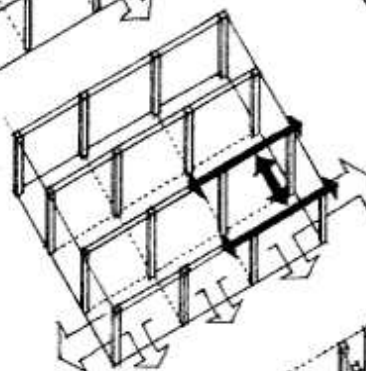
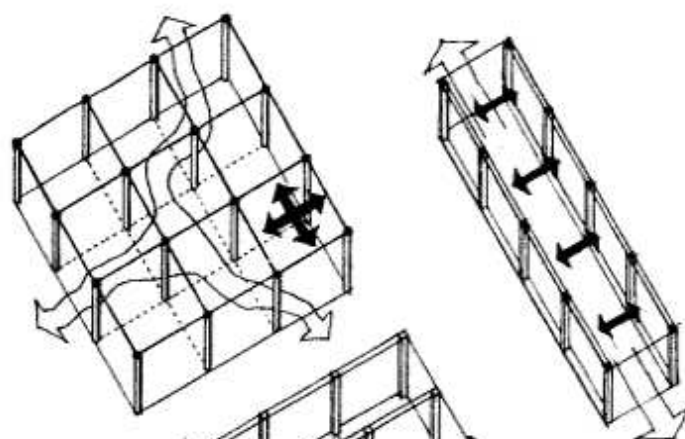
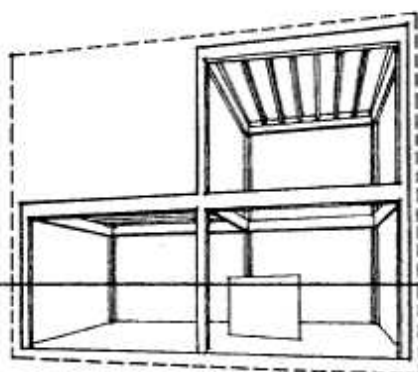
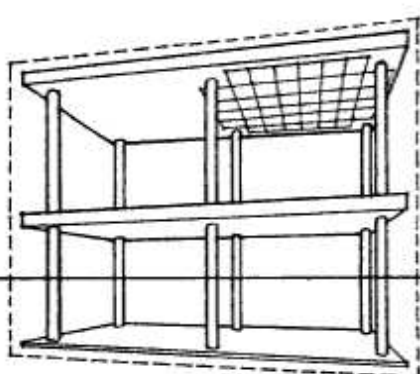
Ao projetar para cargas sísmicas, é sempre desejável usar formas geométricas simples com um leiaute simétrico da massa da edificação, distribuição da carga e elementos de estabilização lateral.

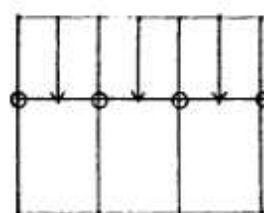
Formas em planta do tipo L,T e H devem ser decompostas em segmentos mais curtos com juntas sísmicas. Isso permite às seções adjacentes de uma edificação se moverem livre e independentemente umas das outras.

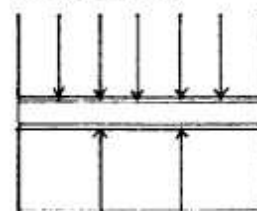
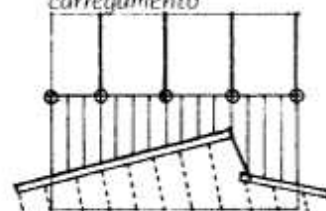
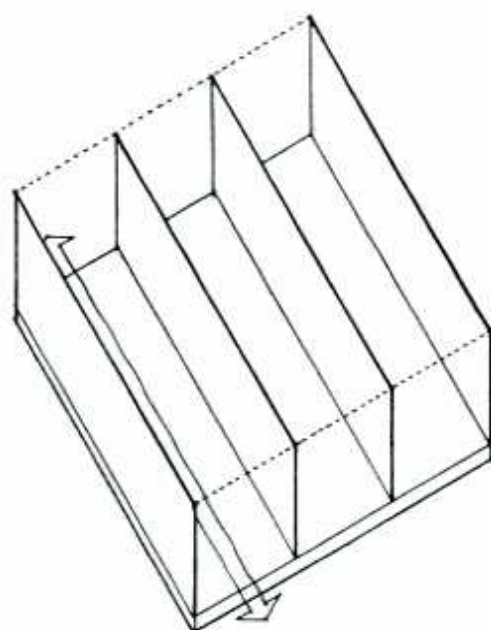
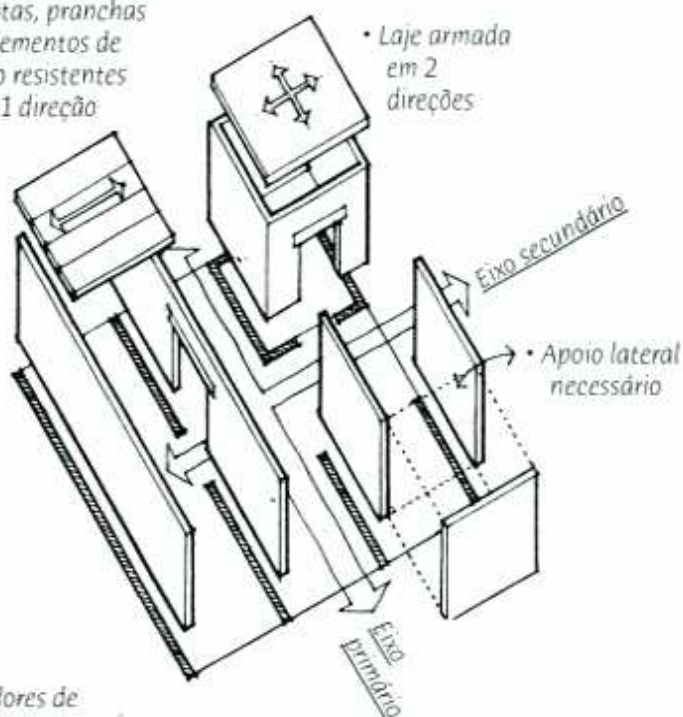
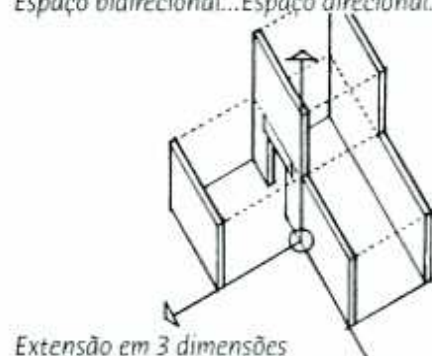
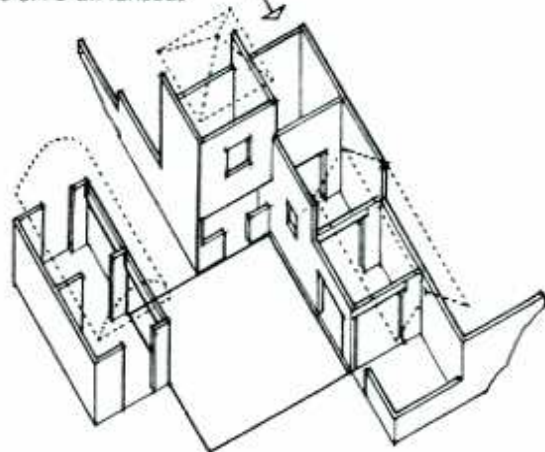
Ao resistir a forças sísmicas e a outras forças laterais, leiautes assimétricos como estes podem resultar em efeitos indesejáveis de torção.

Elementos enrijecedores excêntricos

Paredes portantes em forma de U

Painéis de cisalhamento descontínuos

Deve haver uma adequação funcional entre o padrão de apoio vertical de um sistema estrutural e a organização espacial e funcional de uma edificação. As dimensões e proporções de uma grade estrutural também nos dizem algo sobre o tipo de sistema usado para vencer os vãos horizontais entre as colunas de suporte. Sistemas resistentes em duas direções podem cobrir eficientemente vãos quadrados, enquanto que sistemas resistentes em uma direção são geralmente preferidos para cobrir vãos lineares e retangulares. Se exposto em uma perspectiva, a qualidade direcional do sistema horizontal se transfere para os espaços interiores que estão sendo cobertos.

Uma grade dupla pode ser deslocada para obter espaços de interstícios. Esses espaços obtidos podem ser usados para definir padrões de circulação, interpor-se entre uma série de espaços maiores ou abrigar equipamentos mecânicos.

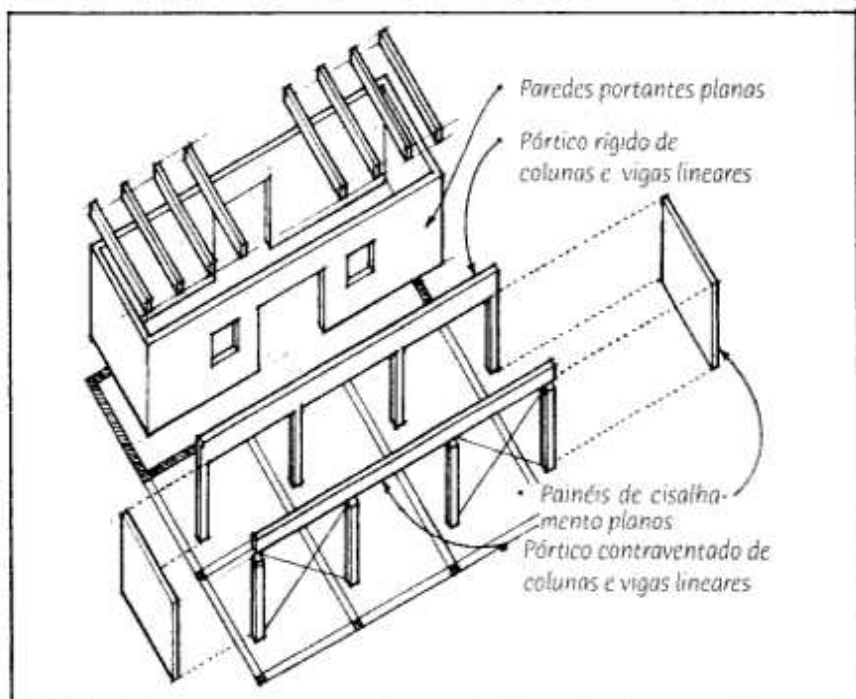
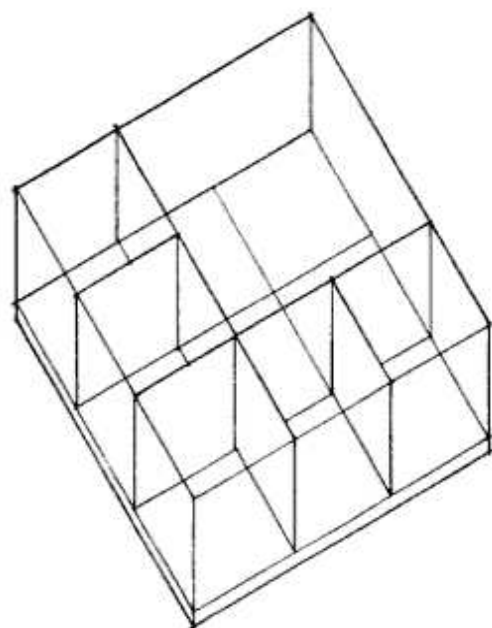
Grades não-uniformes ou irregulares podem ser usadas para refletir a ordenação funcional ou hierárquica dos espaços de uma edificação. Também é possível combinar diferentes padrões de grades em uma única estrutura. Um padrão pode ser um subconjunto de um padrão maior e estar relacionado com a localização de colunas. Quando os dois padrões não podem ser convenientemente alinhados, um terceiro elemento, tal como uma parede portante, um espaço intermediário ou um sistema de cobertura de vãos menores, pode ser usado.

Padrões alinhados com as colunas

Interseção aleatória ao longo de uma linha de carregamento

Padrões separados por um espaço intermediário

Padrões acoplados por um terceiro sistema de cobertura em vãos

• Um sistema idealizado de paredes portantes define corredores de espaços paralelos

Espaço bidirecional...Espaço direcional...Espaço introvertido

Extensão em 3 dimensões

Os principais elementos estruturais planos são a parede vertical portante e a laje horizontal. Esses elementos rígidos podem ser combinados para formar um sistema estrutural capaz de fechar um espaço e de suportar as cargas da edificação.

Um sistema estrutural plano geralmente consiste de uma série de paredes portantes paralelas. Duas dessas paredes definem de forma natural um espaço axial e um bidirecional. Fechar um extremo com uma parede de cisalhamento resulta em um espaço orientado na direção do extremo aberto. Fechar outro extremo cria um espaço introvertido capaz de ser coberto com um sistema resistente nas duas direções.

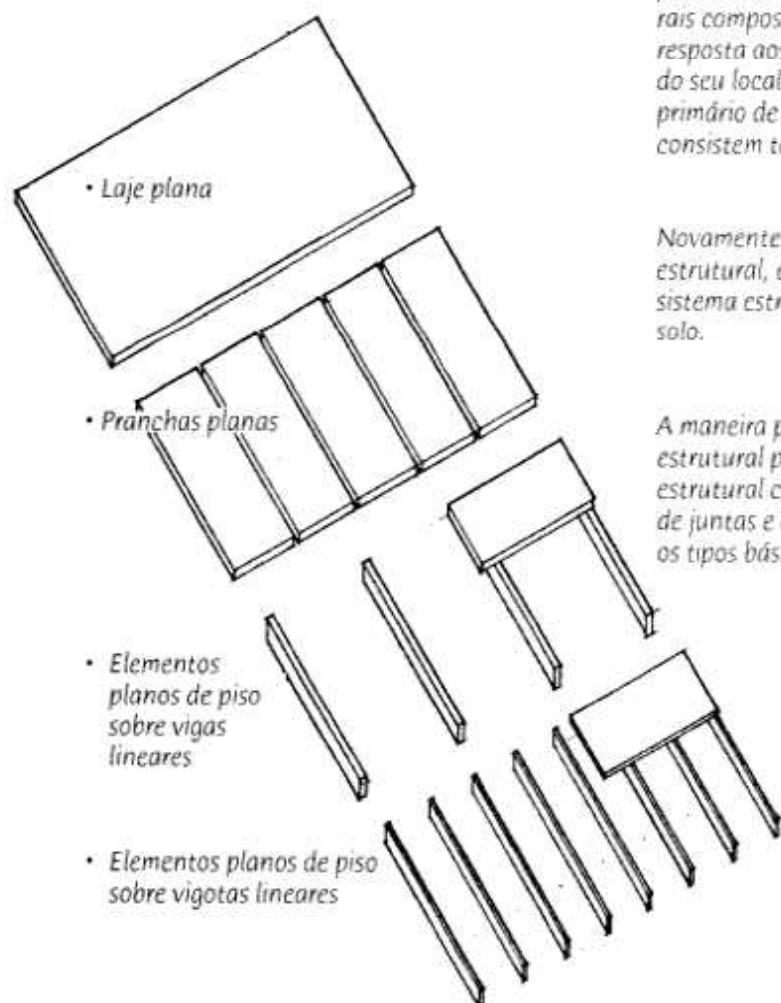
Pode-se desenvolver eixos secundários perpendiculares ao eixo primário através de aberturas nas paredes portantes. Deve-se tomar cuidado para que estas aberturas não enfraqueçam a integridade, resistência e rigidez da parede.

As paredes portantes são mais eficazes na resistência a forças aplicadas em seus planos, e mais vulneráveis a forças perpendiculares a seus planos. A estabilidade de um sistema de paredes portantes depende, portanto, do apoio de planos perpendiculares de paredes de cisalhamento, bem como da rigidez e massa das paredes em si.

À esquerda, temos diagramas que ilustram as variações em formas possíveis, através da manipulação do comprimento, altura, espaçamento e orientação de paredes portantes.

Combinando tanto elementos estruturais lineares quanto planos, é possível formar um sistema estrutural composto. Sistemas estruturais compostos permitem que uma edificação seja mais flexível em resposta aos requisitos programáticos de seus espaço e ao contexto do seu local. Mesmo quando uma edificação utiliza um tipo primário de sistema estrutural, os sistemas secundários e terciários consistem tanto de elementos lineares como planos.

Novamente podemos usar uma grade para coordenar os sistemas estrutural, espacial e funcional de uma edificação, e organizar o sistema estrutural para receber e transmitir suas cargas para o solo.

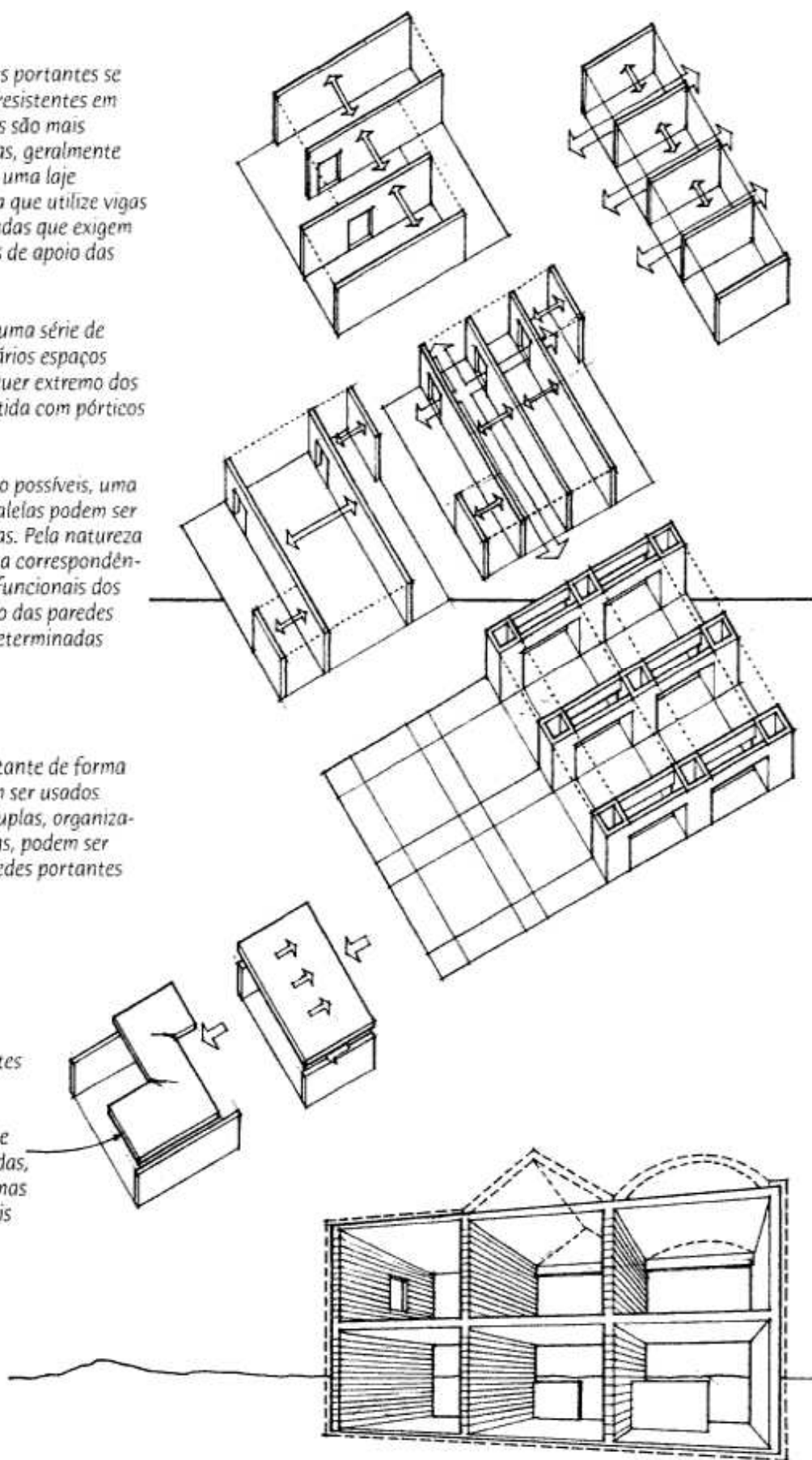
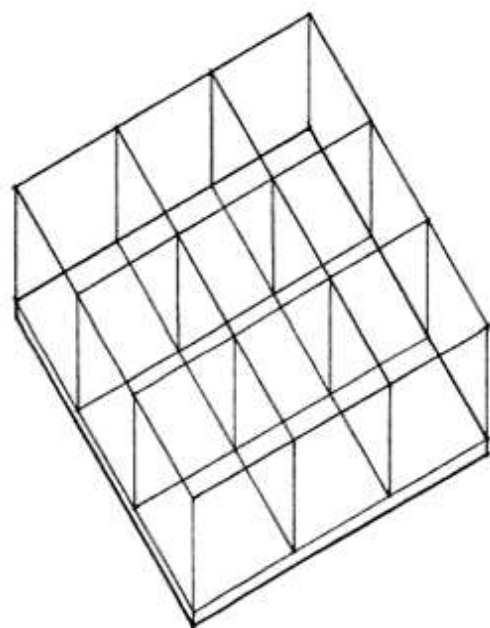
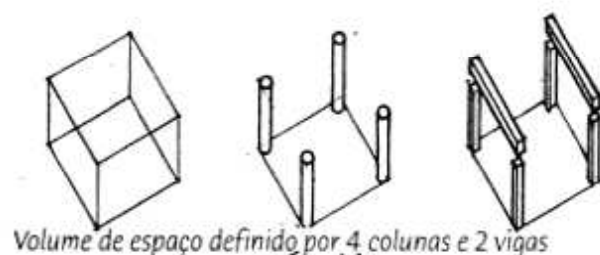
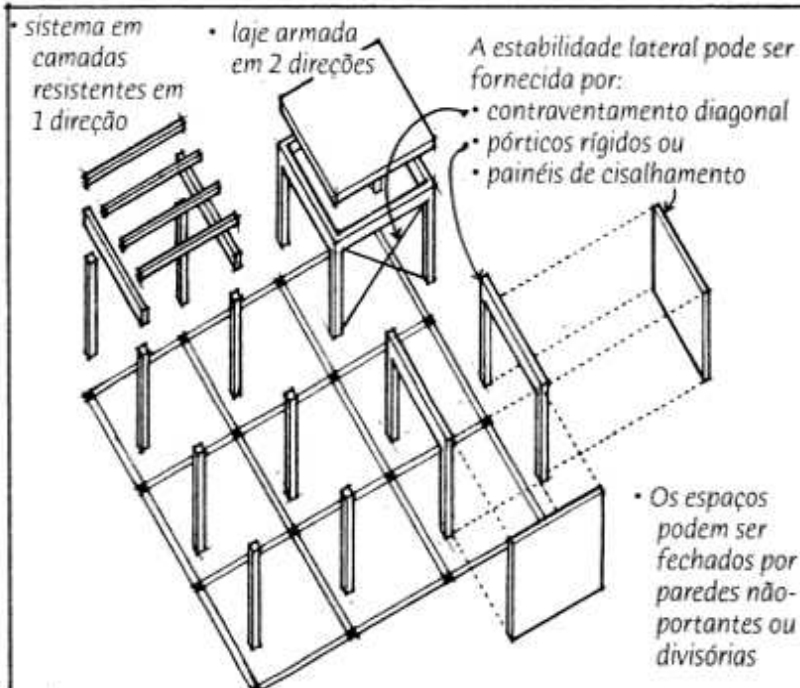
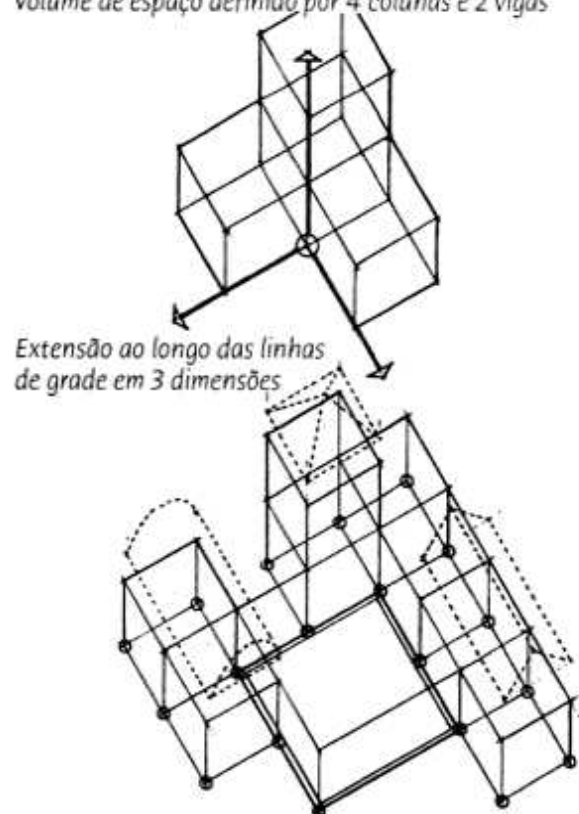
A maneira pela qual as forças são transferidas de um elemento estrutural para o próximo e o funcionamento de um sistema estrutural como um todo dependem em grande extensão dos tipos de juntas e conexões usadas. Na página seguinte, estão descritos os tipos básicos de conexões usadas na construção de edificações.

- *Laje plana*
- *Pranchas planas*
- *Elementos planos de piso sobre vigas lineares*
- *Elementos planos de piso sobre vigotas lineares*

A natureza paralela de um padrão de paredes portantes se adapta bem a sistemas de cobertura de vão resistentes em uma direção. Uma vez que paredes portantes são mais eficazes quando suportam cargas distribuídas, geralmente suportam uma série de vigotas, pranchas ou uma laje resistente em uma direção. Qualquer sistema que utilize vigas largamente espaçadas cria cargas concentradas que exigem reforço ou aumento de espessura nos pontos de apoio das vigas.

Uma configuração comum em planta inclui uma série de paredes portantes que definem e separam vários espaços repetitivos. Aberturas são possíveis em qualquer extremo dos espaços se a estabilidade lateral pode ser obtida com pórticos transversais ou paredes de cisalhamento.

Configurações mais complexas em planta são possíveis, uma vez que conjuntos de paredes portantes paralelas podem ser dispostas perpendicularmente umas às outras. Pela natureza plana das paredes portantes, deve haver uma correspondência entre o seu espaçamento e os requisitos funcionais dos espaços definidos. A localização e orientação das paredes portantes, entretanto, também devem ser determinadas pelos requisitos de estabilidade lateral.

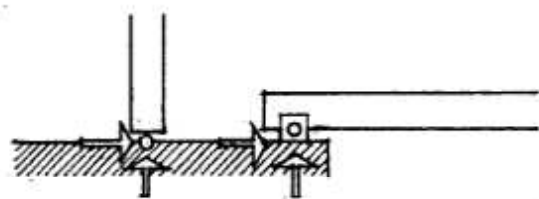
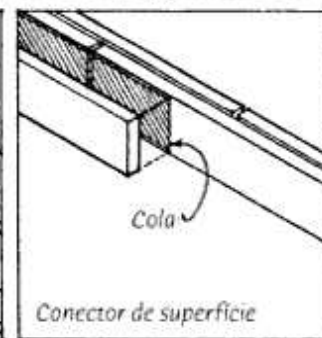
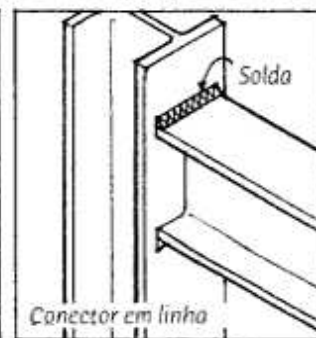
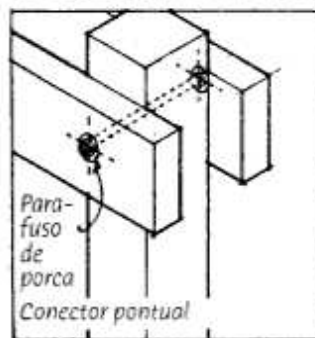
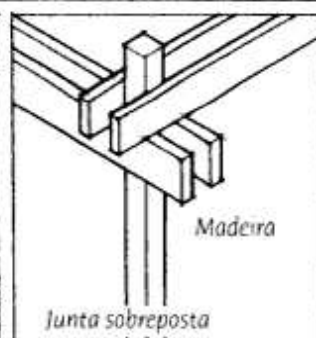
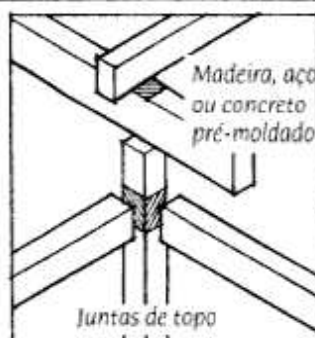
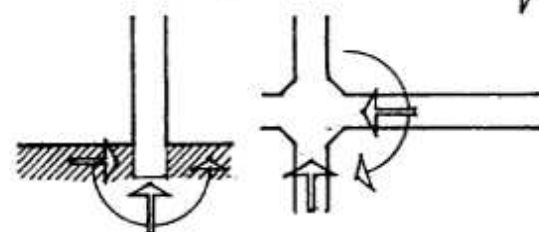
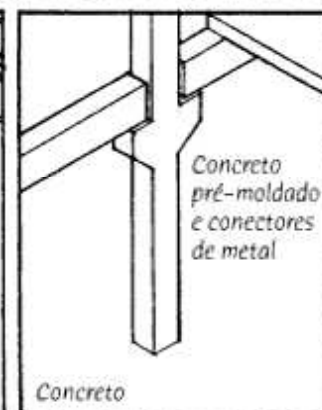
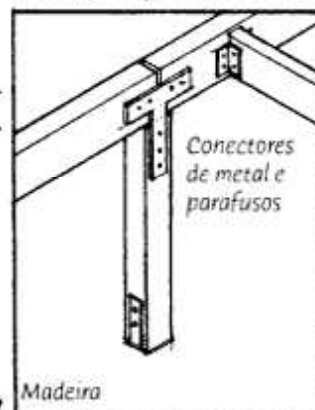
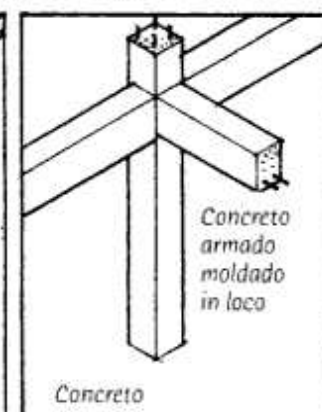
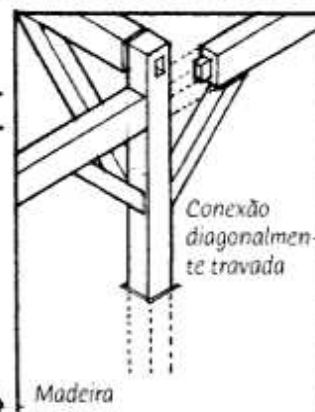
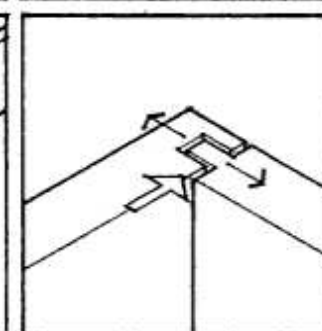
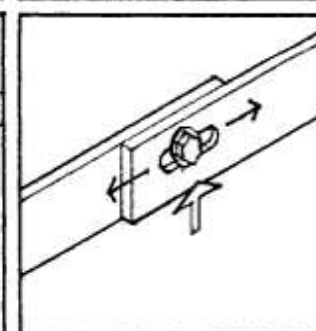
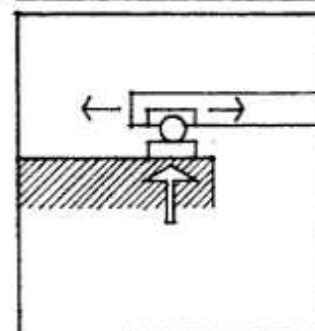
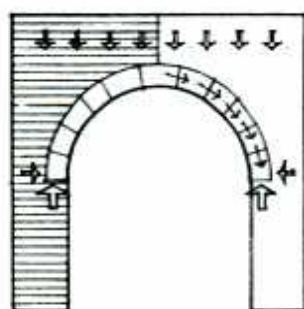
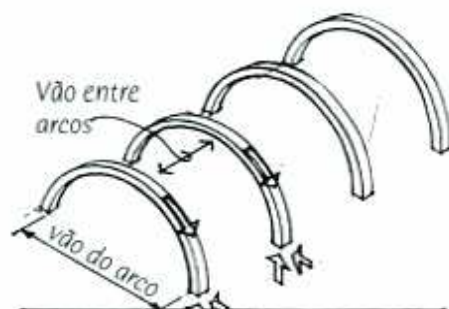
Paredes portantes podem ser espessas o bastante de forma que vazios dentro da sua construção possam ser usados como espaços de serviços. Mesmo paredes duplas, organizadas segundo uma grade delimitada por faixas, podem ser vistas como semelhantes em natureza a paredes portantes espessas.

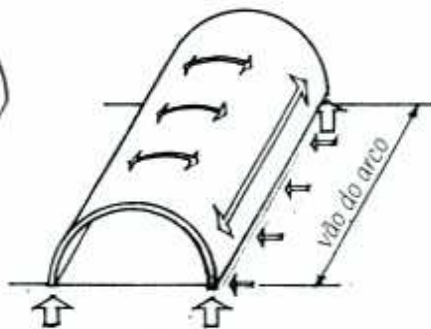
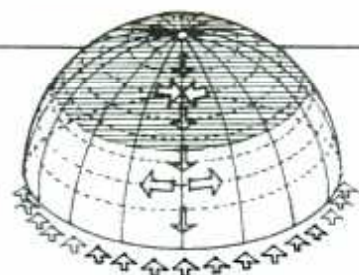
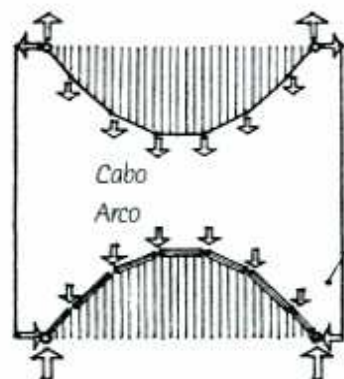
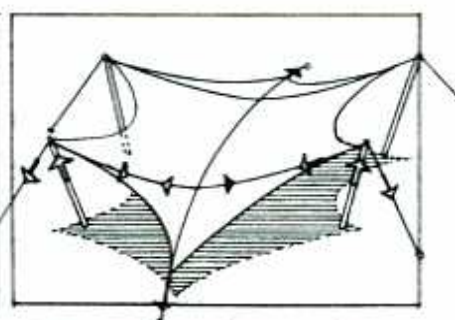
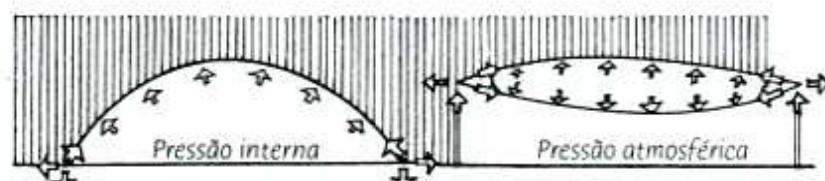
A fim de transferir forças laterais devido a vento ou a terremotos para paredes portantes atuando como painéis de cisalhamento, os planos de piso devem ser projetados como diafragmas horizontais rígidos. Uma vez que estes funcionam como vigas finas e compridas, devem ser cuidadosamente projetados. Formas planas não adequadas como formas normais de vigas devem ser evitadas.

• Grade tridimensional idealizada servindo como sistema de organização de colunas e vigas

Os elementos estruturais lineares primários - colunas e vigas - formam um tipo de esqueleto de sistema estrutural. Em planta, os pontos críticos desse reticulado linear são aqueles nos quais as cargas da edificação são transmitidas verticalmente para o solo através das linhas de colunas. Isso dá origem ao uso de uma grade, onde as linhas da grade representam a continuidade horizontal de vigas, e as interseções das linhas da grade representam a localização das colunas. A ordem geométrica inerente de uma grade pode ser utilizada no processo de projeto para iniciar e reforçar a organização funcional e espacial de uma edificação.

À esquerda temos diagramas que ilustram como um espaço é definido por quatro colunas suportando duas vigas. O bloco básico da edificação pode ser logicamente estendido verticalmente, ao longo das linhas de colunas, e horizontalmente, ao longo das linhas de vigas, para formar uma variedade de formas de edificação. A grade básica pode também ser alterada para acomodar necessidades especiais, tais como grandes espaços ou condições incomuns do local.

O uso de uma grade regular de colunas implica o desenvolvimento de uma série de espaços repetitivos. Contudo, desde que as paredes necessárias para o fechamento dos espaços interiores não necessitem suportar cargas, elas podem ser manipuladas livremente para definir uma variedade de configurações espaciais.

Os elementos estruturais podem ser unidos uns aos outros de três modos. Juntas de topo permitem que um dos elementos seja contínuo, geralmente requerendo um terceiro elemento mediador para estabelecer a conexão. Juntas sobrepassadas permitem a todos os elementos conectados sobrepassarem uns aos outros, se mantendo contínuos através da junta. Os elementos estruturais podem ser moldados para formar a conexão.

Os conectores usados para unir os elementos estruturais podem ser da forma de um ponto, linha ou superfície. Enquanto que os tipos de conectores do tipo linha e superfície resistem à rotação, os conectores de ponto não resistem, a menos que sejam distribuídos por uma grande área de superfície.

JUNTAS ARTICULADAS teoricamente permitem rotação, mas não a translação em nenhuma direção

JUNTAS RÍGIDAS ou FIXAS resistem a momentos e forças em qualquer direção, não permitindo, portanto, a ocorrência de rotação ou translação

JUNTAS DE ROLAMENTO permitem rotação, mas resistem à translação em uma direção somente. Não são tão usadas como conexões articuladas ou fixas, mas o princípio subjacente a elas pode ser aplicável a juntas que permitem a ocorrência de expansão e contração de um elemento estrutural.

Arco de Blocos

Arco rígido

Abóboda

Casca cilíndrica

Cúpula geodésica

Estrutura de membrana em forma de tenda

Colunas, vigas e lajes são os elementos estruturais mais comuns, pela geometria retilinear que podem gerar para uma edificação. Entretanto, existem outros meios de cobrir e fechar um espaço. Esses são, geralmente, elementos de forma ativa que fazem uso eficiente dos seus materiais para vencer distâncias devido à sua geometria e forma. Embora fora do escopo deste livro, eles são brevemente descritos abaixo.

Um ARCO é o elemento estrutural curvo que cobre o vão entre dois pontos. Um arco de blocos é capaz de suportar somente forças no seu plano, as quais fazem com que os segmentos sejam comprimidos uniformemente. Um arco rígido, por outro lado, consiste de uma peça contínua de um material rígido curvo, tal como aço ou concreto.

Uma ABÓBODA é um plano estrutural curvo isolado que varre um espaço transversalmente, à semelhança de um arco de blocos contínuo. Uma CASCA CILÍNDRICA é semelhante em forma, mas varre o espaço longitudinalmente como uma viga, com a curva perpendicular ao vão.

Uma CÚPULA é uma estrutura de superfície esférica que pode ser feita com blocos empilhados, material contínuo rígido, tal como concreto armado, ou elementos lineares curtos e rígidos, como no caso de uma cúpula geodésica. Uma cúpula é semelhante a um arco rotacionado, onde esforços circunferenciais são desenvolvidos, sendo de compressão próximo ao coroamento e de tração na sua parte inferior.

Os CABOS são elementos estruturais flexíveis que só podem ser usados submetidos à tração. Quando sujeito a cargas concentradas, a forma de um cabo consiste de segmentos de reta. Submetido a uma carga uniformemente distribuída, ele assumirá a forma de um arco invertido. Uma REDE é uma superfície tridimensional composta de uma série de cabos curvos cruzados entre si.

As MEMBRANAS também são elementos estruturais flexíveis. O material laminar fino pode ser suspenso ou esticado entre pilares, ou ser suportado pela pressão do ar.

Estrutura pneumática: suportada pela pressão interna do ar

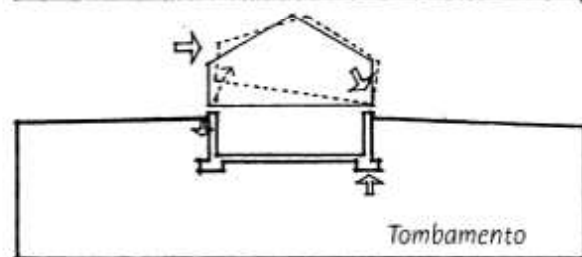
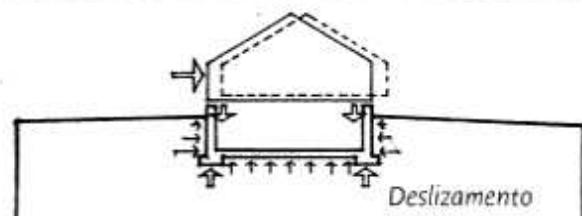
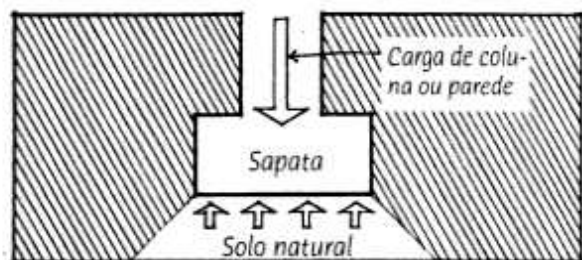
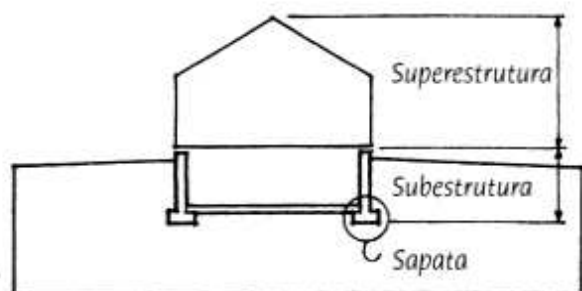
Sistema de membrana dupla: inflada por ar

SISTEMAS DE FUNDAÇÕES

3

O sistema de fundação de uma edificação - sua subestrutura - é a ligação crítica na transmissão das cargas da edificação para o solo. Descarregando diretamente sobre o solo, o sistema de fundação deve distribuir cargas verticais, de modo que o recalque seja desprezível ou uniforme sob todas as partes de uma edificação. Também deve ancorar a superestrutura de uma edificação contra levantamento ou tombamento por forças provenientes do vento ou terremotos. O fator mais crítico na determinação do sistema de fundação de uma edificação é o tipo e capacidade de suporte do solo onde as cargas de uma edificação são distribuídas.

Os sistemas de fundação são apresentados em três categorias, de acordo com as analogias geométricas de ponto, linha e plano. Cada tipo de sistema de fundação descrito neste capítulo pode suportar certos sistemas de paredes e pisos. Da mesma forma que o tipo de sistema de fundação usado é determinado pelo solo e pela topografia do local da edificação, a escolha também afeta a forma potencial da superestrutura.

3.2 SISTEMAS DE FUNDAÇÕES

O sistema de fundação é a parte da subestrutura de uma edificação que transmite as cargas da mesma para o solo. Essas cargas incluem as cargas permanentes do peso da edificação e as cargas acidentais dos seus ocupantes e conteúdo. Um sistema de fundação também deve resisitir a pressões do solo bem como ancorar a superestrutura da edificação contra levantamento ou tombamento devido a forças de terremoto ou vento lateral.

TIPOS DE SISTEMAS DE FUNDAÇÃO

Um sistema de fundação geralmente consiste de colunas, pilares ou paredes apoiadas em sapatas. Essas sapatas são as partes mais largas da fundação que se apóiam diretamente sobre o solo. Elas são dimensionadas de forma a distribuir suas cargas sobre uma área suficientemente ampla e a não exceder a capacidade de suporte do solo.

As sapatas devem sempre repousar sobre o solo ainda não movimentado. Quando isso não é possível, concreto ou aterro especialmente preparado e compactado deve ser usado para preencher a profundidade adicional. Evite cargas sobre solos instáveis ou orgânicos, argilas saturadas ou terreno com má drenagem.

Quando o solo sob um sistema de fundação não é adequado para suportar as cargas da edificação, utiliza-se estacas semelhantes a colunas para penetrar até as camadas inferiores mais adequadas para apoio, constituídas de rocha ou areia e cascalho densos. As estacas também podem ser suportadas pelo atrito desenvolvido entre a sua superfície lateral e o solo ao redor.

As sapatas são geralmente de concreto simples ou armado, enquanto que as estacas podem ser de madeira, aço, concreto simples ou armado. Esses tipos de sistemas de fundações são discutidos mais detalhadamente em 3.4 e 3.5.

Uma armadura de aço é necessária quando a sapata se projeta para além da metade da espessura da parede de fundação, tornando-se sujeita à flexão.

DIMENSÃO DA SAPATA

Uma vez que sapatas para residências ou outras construções leves transmitem cargas relativamente leves ao solo, suas dimensões podem ser estimadas do seguinte modo, quando apoiadas sobre solo estável.

Para paredes de fundações: Largura (W) = 2x a espessura da parede de fundação
Espessura (T) = espessura da parede de fundação

Para colunas e pilares: $A = P/S$ onde
A = área de apoio horizontal da sapata
P = carga da coluna
S = capacidade de carga do solo

Quando apoiado em solo ruim, ou projetado para cargas pesadas ou para locais inclinados, devem ser testadas amostras do solo e feita uma análise técnica para determinar o tipo e as dimensões do sistema de fundação necessário. Consulte um engenheiro de estruturas especialista em obras geotécnicas.

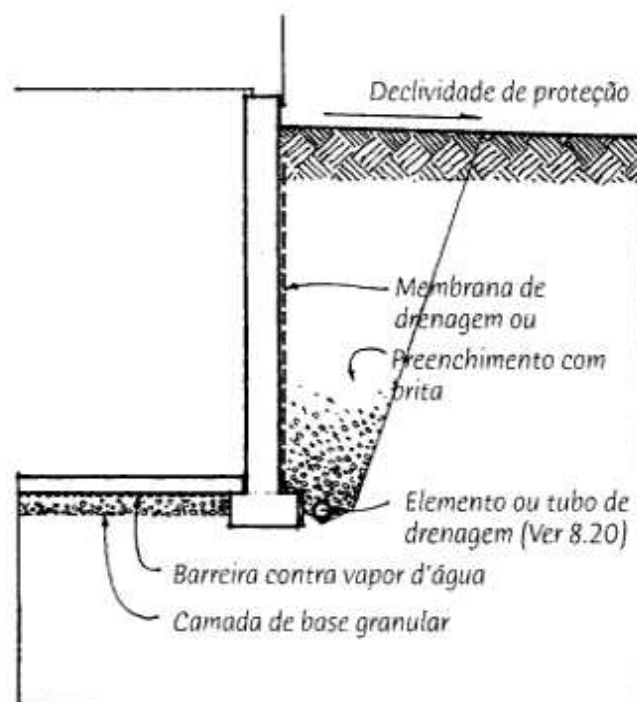
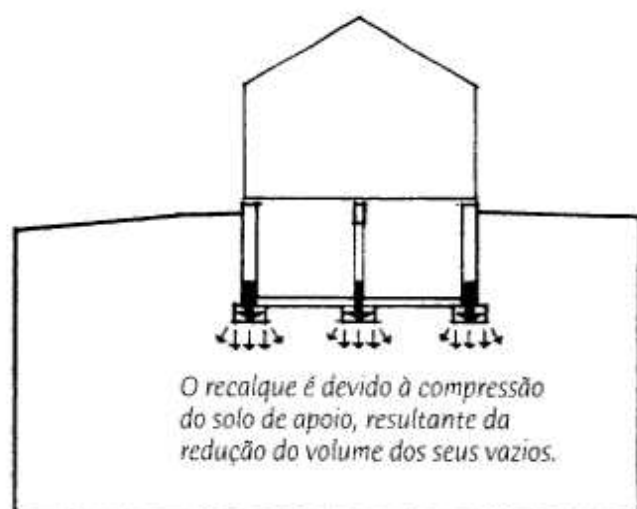
RECALQUE DE EDIFICAÇÕES

Quando uma edificação é apoiada sobre um solo, deve ser esparado algum recalque. Um sistema de fundação adequadamente projetado e construído deve minimizar esse recalque ou torná-lo desprezível. Qualquer recalque que ocorra deve ser igual sob todas as partes de uma edificação. Isso é obtido pela disposição e dimensionamento corretos dos apoios da fundação, de maneira que eles transmitam uma carga igual por unidade de área para o solo. Recalques irregulares ou diferenciais podem fazer com que uma edificação saia do prumo e apresente fissuras na sua fundação, estrutura ou acabamento. Em caso extremo, o recalque diferencial pode resultar no colapso da integridade estrutural de uma edificação.

O recalque é devido basicamente à redução do volume de vazios no solo. Essa redução é pequena e ocorre mais rapidamente quando são aplicadas cargas sobre solos densos e granulares. Nas argilas, o recalque pode ser maior, uma vez que a argila tem uma porcentagem relativamente alta de vazios. A consolidação da argila pode também ser contínua por um longo período de tempo uma vez que a água porventura presente não pode fluir facilmente através da argila. Embora não seja comum, o deslocamento lateral do solo em taludes ou na adjacência de escavações também pode ocasionar recalques.

ÁGUA

Águas subterrâneas podem exercer pressão e penetrar nas paredes de fundação e lajes situadas na base da edificação e abaixo do nível do terreno, especialmente se elas se localizam abaixo do lençol freático. Paredes de fundação que delimitam espaços subterrâneos devem ser à prova d'água e necessitam um sistema de drenagem perimetral para coletar e transportar a água para longe da fundação. Em solos coesivos, as águas subterrâneas podem subir por capilaridade, infiltrando-se nas lajes e alicerces da edificação em contato com o solo. A capilaridade pode ser controlada com uma combinação de materiais granulares na base e barreiras contra a umidade.

Águas superficiais devem ser drenadas para longe de uma edificação usando declividades de proteção: de 3%, no mínimo, para áreas gramadas ou plantadas, e 1% para superfícies pavimentadas.

CONGELAMENTO

Uma vez que a água se expande com o congelamento, pode ocorrer elevação do terreno à medida que a umidade do solo congela em climas muito frios. Para minimizar o efeito dessa ação de congelamento sobre uma fundação, as sapatas devem estar situadas abaixo da cota mais profunda de congelamento prevista para o local da edificação. Uma vez que esta cota de congelamento varia de região para região, sua profundidade deve ser verificada quando o local específico é selecionado. Além disso, as sapatas não devem ser apoiadas sobre o solo congelado. À medida que o solo se descongela sob a pressão da carga da edificação, o excesso de água pode fazer com que o solo perca muito da sua capacidade de suporte.

*N. de R.T.: Indicado para clima muito frio.

FUNDAÇÕES COM PILARES

- Uma malha de pilares e sapatas isoladas pode ser usada em construções residenciais e leves para elevar a superestrutura acima do nível do terreno.
- Os pilares podem ser prolongados para cima servindo como colunas para a superestrutura.
- Os pisos elevados acima do terreno devem receber isolamento.
- Os pilares também podem ser usados para fornecer apoios pontuais para vigas de fundação
- Quando suportarem cargas pesadas, sapatas de pilares ou colunas podem ser combinadas em uma sapata corrida que funciona como uma viga contínua.
- Uma sapata corrida também é usada para ligar duas colunas quando uma delas se situa no limite da propriedade.

FUNDAÇÕES COM ESTACAS

- Quando grandes edificações geram cargas que excedem a capacidade do solo, são usadas estacas para penetrar até uma camada mais adequada para apoio.
- As estacas são cravadas geralmente em grupos próximos uns dos outros, e cada estaca do grupo é ligada no topo por um bloco de coroamento de estacas de concreto armado.
- As estacas podem se apoiar pela ponta ou serem suportadas pelo atrito com o solo ao redor.
- As estacas podem ser de madeira tratada mas, para grandes edificações, perfis de aço em H, tubos preenchidos com concreto ou concreto armado pré-moldado ou protendido são mais comuns.
- Os tubulões são funcionalmente semelhantes às estacas, mas feitos de concreto armado ou simples, moldado no local em perfurações no terreno.

Carga de parede ou piso

Parede de fundação de concreto armado ou alvenaria

Pressão do solo

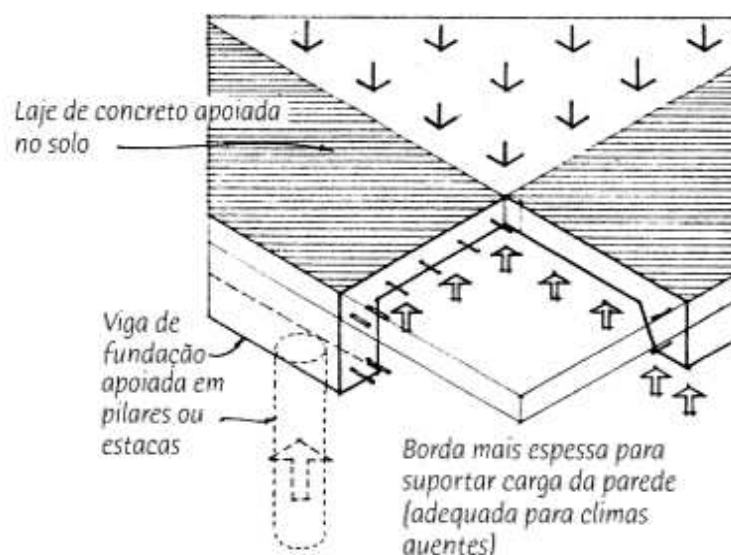
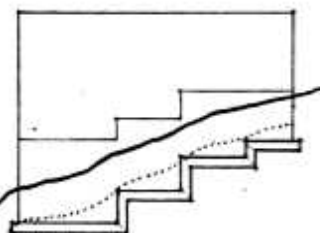
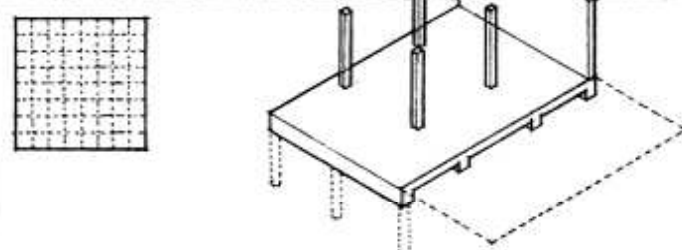
Sapata corrida distribui a carga da parede para o solo

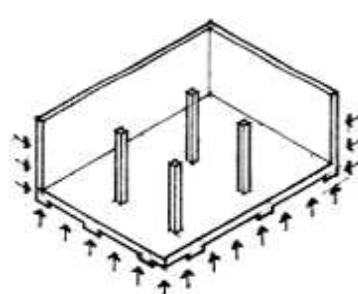
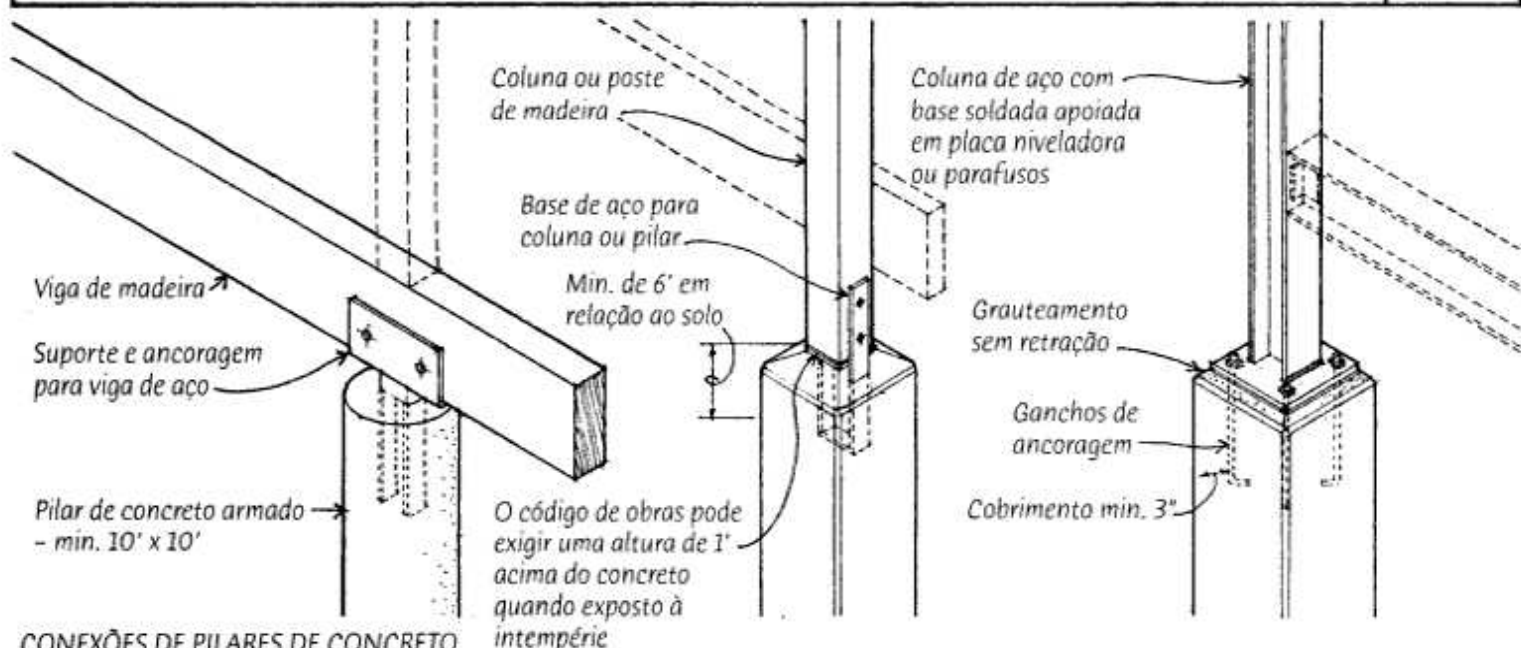
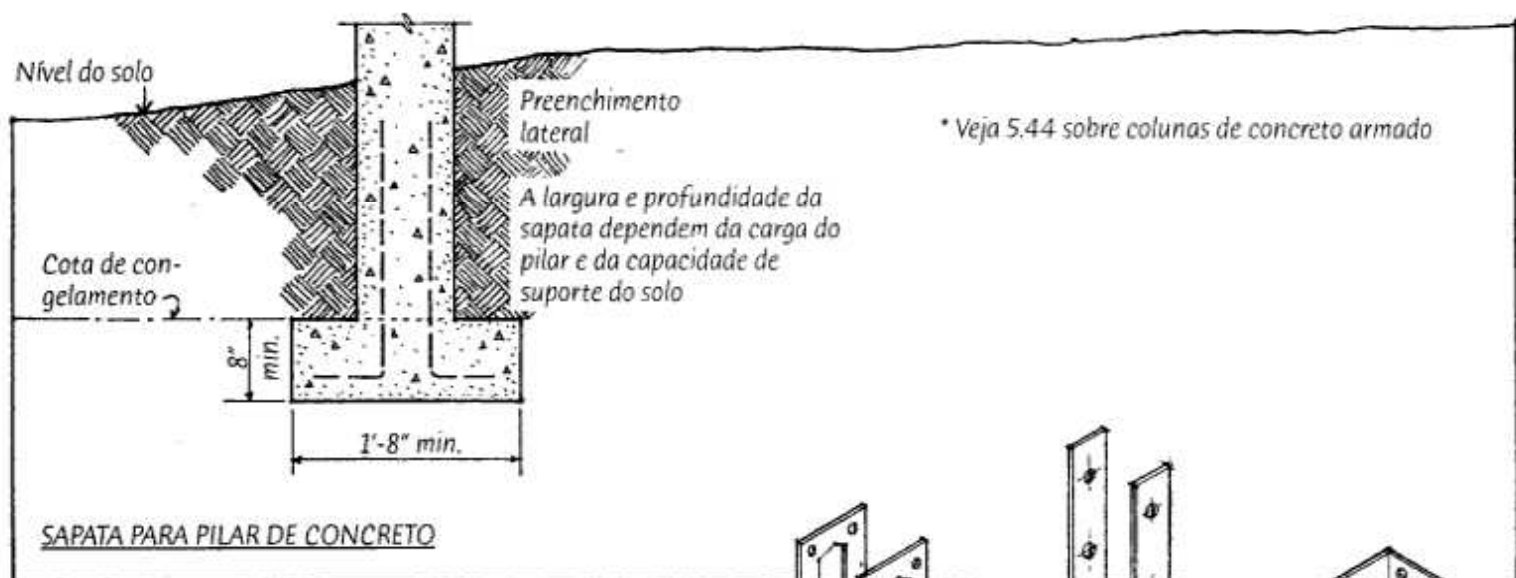
FUNDAÇÕES COM PAREDES

Subsolo

- Paredes de fundação que delimitam um subsolo funcionam como muros de arrimo e devem ser capazes de resistir à pressão do solo.
- Um piso rígido e uma laje ao nível do subsolo podem fornecer apoio lateral.

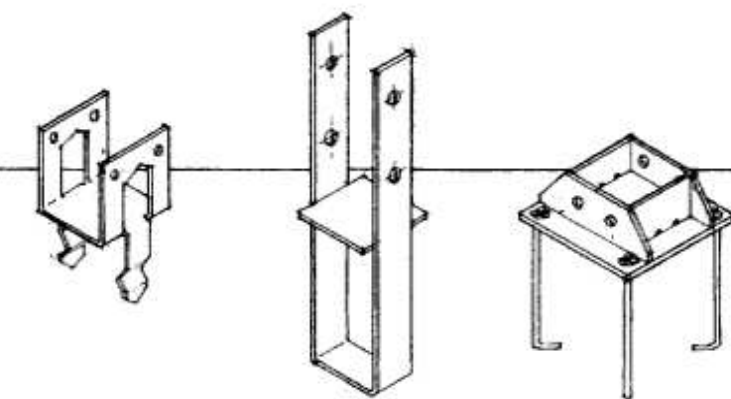
Espaço de inspeção

- São necessários a impermeabiliza-ção e um sistema de drenagem para as paredes subterrâneas onde existir água no subsolo
- Lajes de espaços, subsolos e alicerces necessitam barreiras contra a umidade para impedir a passagem da umidade do solo.
- Alicerces também requerem ventilação.
- Em locais inclinados as sapatas devem ser em degraus para que fiquem na profundidade necessária abaixo do solo, em todos os pontos sob uma edificação.

FUNDAÇÕES COM LAJE

- Quando uma laje de concreto sobre o solo é construída independentemente da fundação de uma edificação, ela necessita somente de um leito estável e compacto para apoio.
- Em climas onde ocorre pouco ou nenhum congelamento do solo, uma laje apoiada no solo pode ser mais espessa, afim de suportar as cargas de paredes e colunas.

- Quando necessitamos de sapatas largas para colunas de forma a não exceder a capacidade de suporte de um solo, pode ser mais eficiente e econômico uni-las em uma fundação tipo "radier".
- Uma fundação tipo "radier" é uma laje armada e espessa que trabalha como uma única sapata para toda uma edificação. É projetada como uma unidade estrutural integrada com a superestrutura e capaz de transmitir as cargas para o solo sob toda a área da laje.

- Formas de fibras
- Acabamento liso ou em padrão espiral
- Descartável

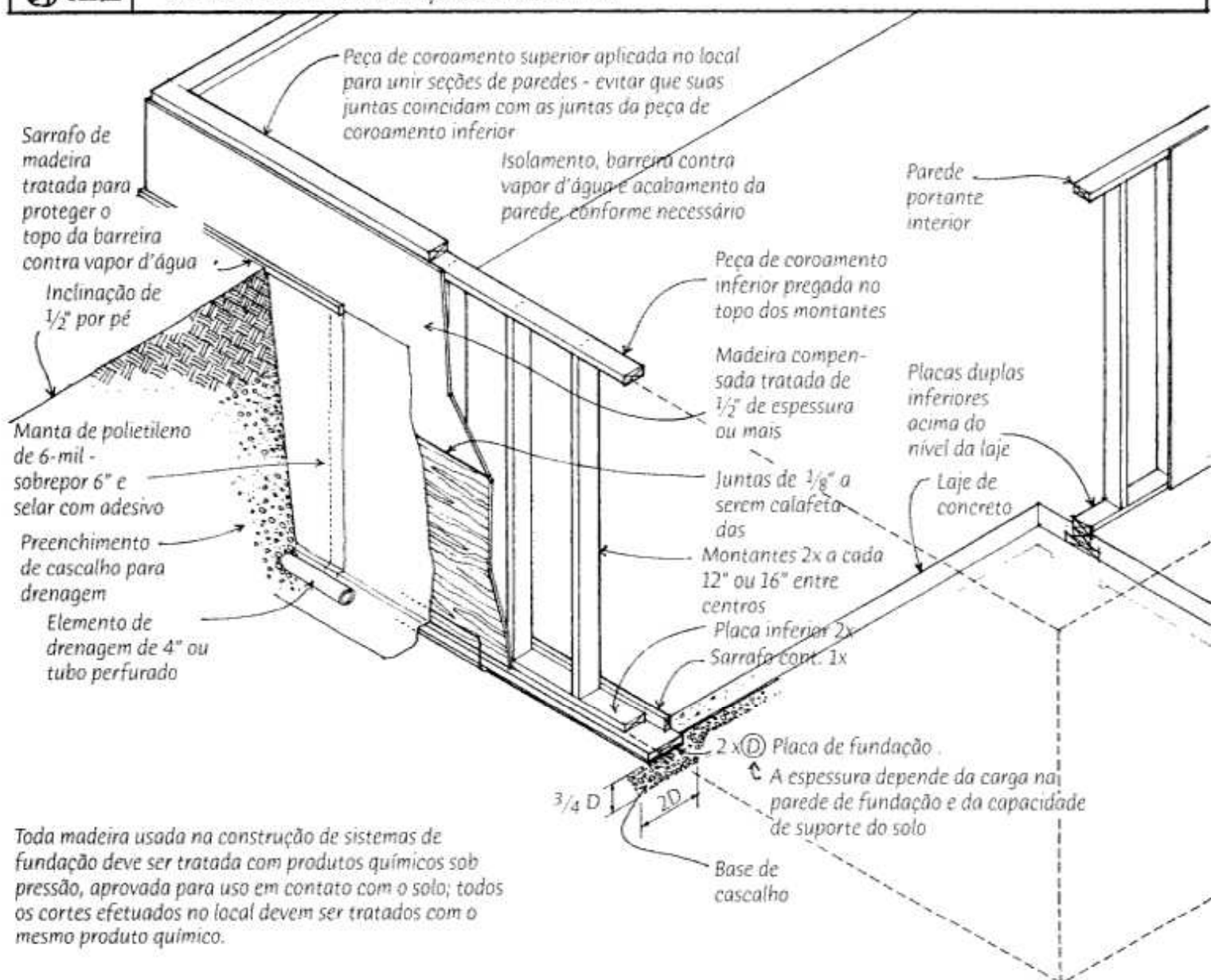
- Elemento de argila ou tubo de concreto
- Deixado no local como acabamento

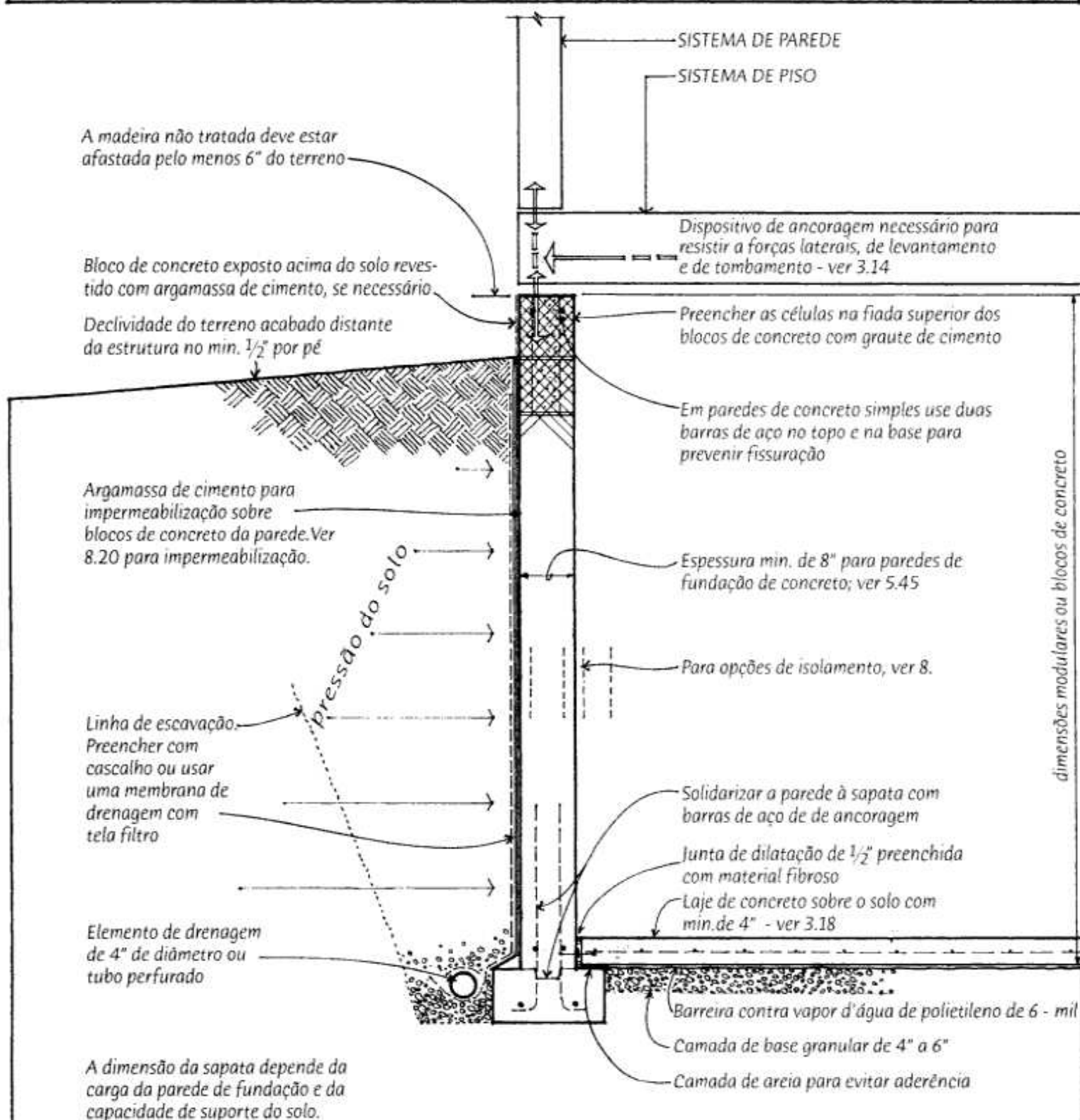
- Fôrma de madeira
- Seção quadrada ou retangular
- Reutilizável

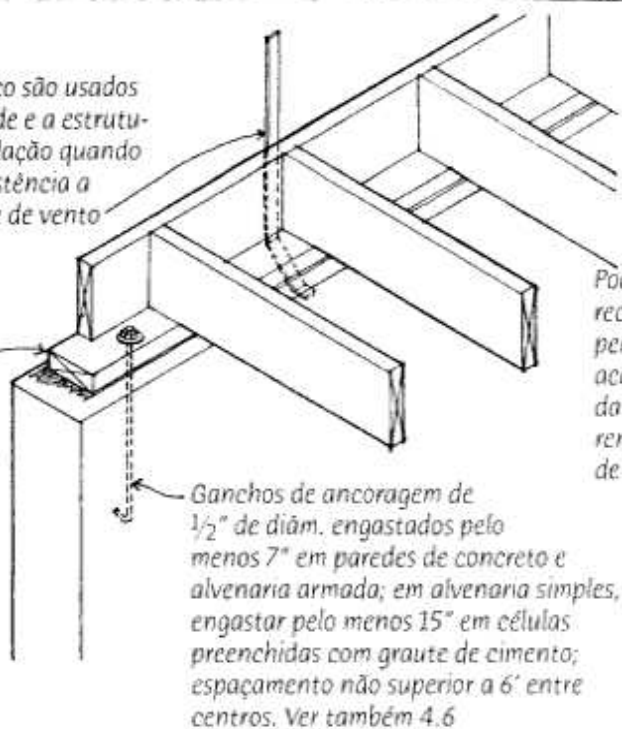
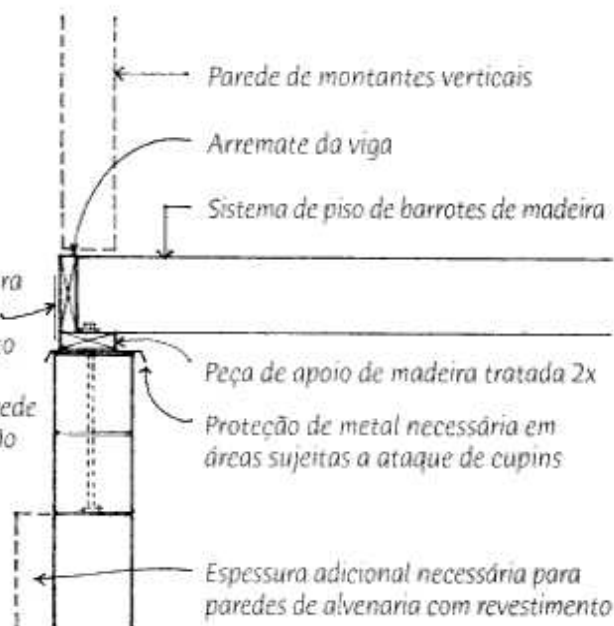
FORMAS PARA PILARES DE CONCRETO

- Existe uma variedade de bases para pilares e ancoragens para vigas patenteadas. Consulte fabricantes para detalhes de instalação e cargas admissíveis.
- Conectores de pilares e vigas também podem ser fabricados sob medida para atender a condições específicas de projeto.
- Os conectores devem ser galvanizados ou revestidos para resistir à corrosão quando expostos à intempérie.

CONECTORES METÁLICOS

PAREDES DE FUNDAÇÃO: MADEIRA

Toda madeira usada na construção de sistemas de fundação deve ser tratada com produtos químicos sob pressão, aprovada para uso em contato com o solo; todos os cortes efetuados no local devem ser tratados com o mesmo produto químico.

PAREDES DE FUNDAÇÃO DE MADEIRA

- Sistemas de fundação de madeira podem ser usados tanto para a construção de subsolos quanto para a de alicerces.
- Os componentes das paredes de fundação podem ser pré-fabricados ou construídos no local; propiciam tempo de construção reduzido.
- Paredes de fundação que suportam a viga do primeiro piso devem ser projetadas para suportar a carga concentrada da viga e distribuí-la de tal maneira que a capacidade de suporte da base de cascalho e do solo não seja excedida.
- Pode ser necessário um poço coletor para assegurar a drenagem da fundação.

SEÇÃO DE PAREDE DE FUNDAÇÃO

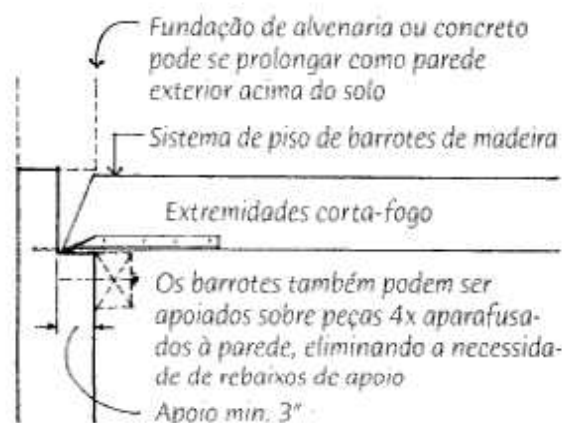
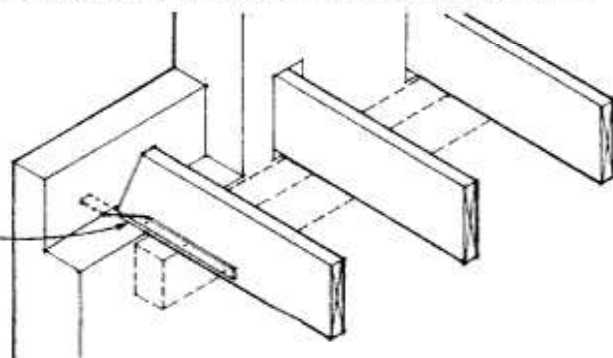
As situações mostradas nesta página e nas páginas 3.14 - 3.17 são aplicáveis tanto a concreto moldado no local quanto a blocos de concreto.

CONEXÕES ENTRE PAREDE DE FUNDAÇÃO E SISTEMA DE PISO

BARROTES DE MADEIRA APOIADOS SOBRE A PAREDE DE FUNDAÇÃO

Fundação de alvenaria ou concreto pode se prolongar como parede exterior acima do solo

Sistema de piso de barrotes de madeira

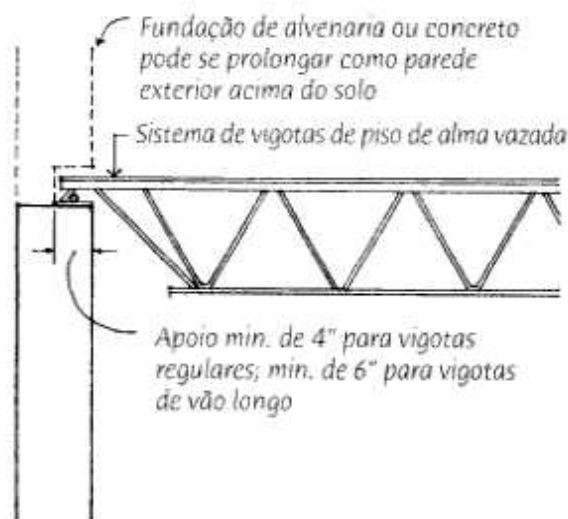
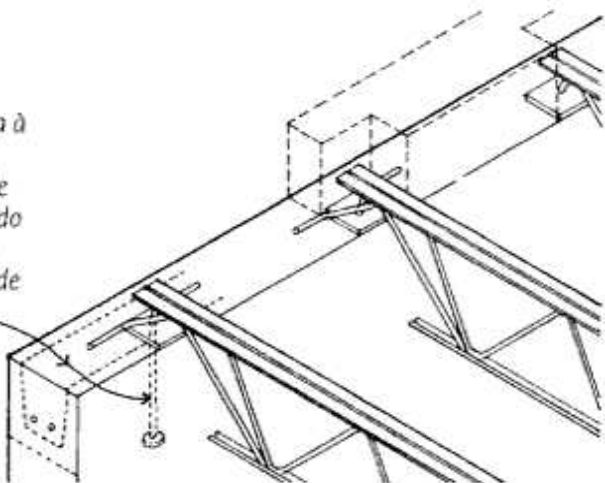
Extremidades corta-fogo

Os barrotes também podem ser apoiados sobre peças 4x aparafusados à parede, eliminando a necessidade de rebaixos de apoio

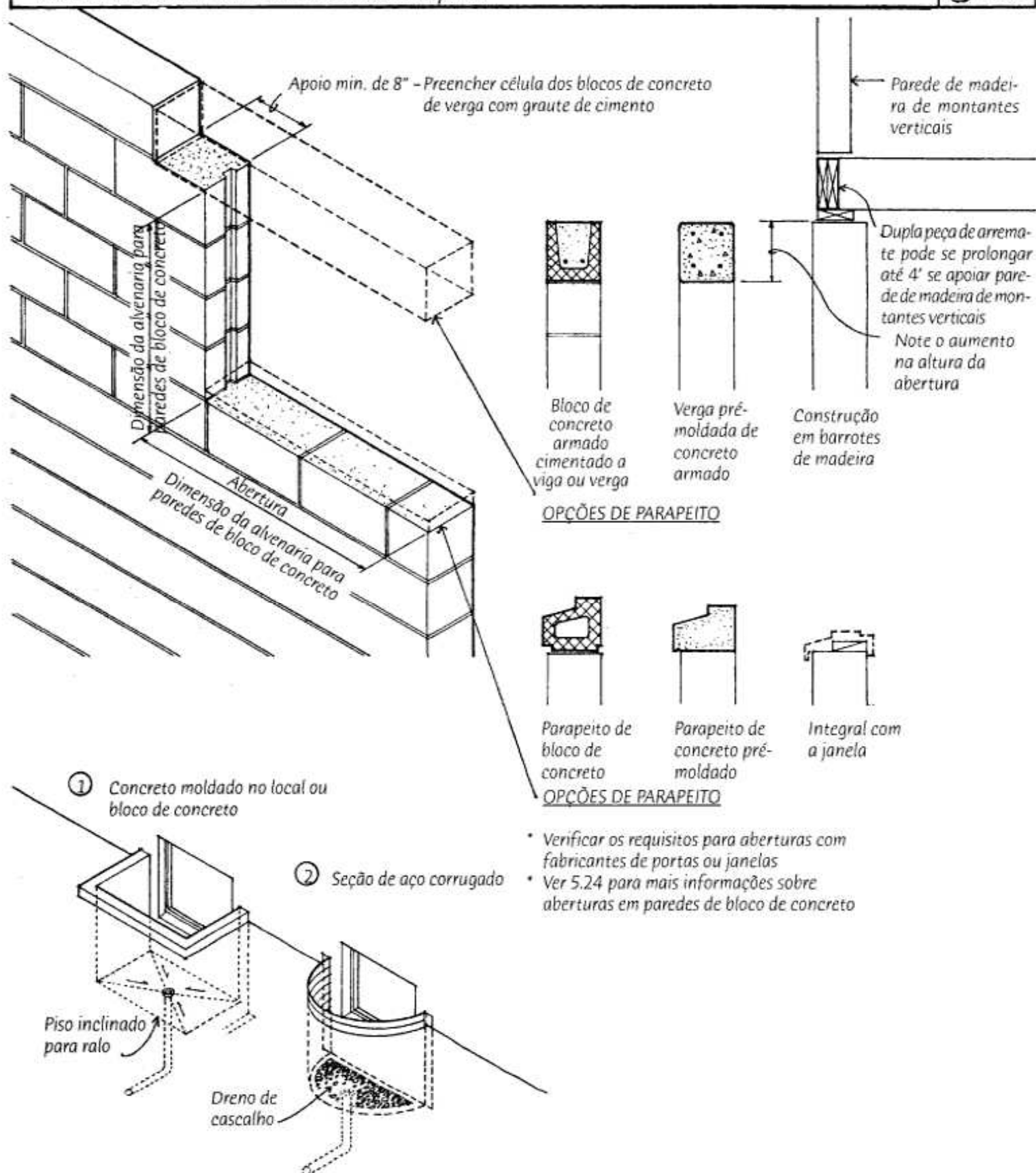
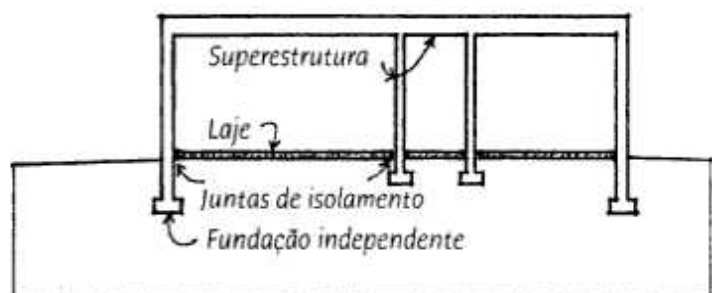
Apoio mín. 3"

VIGOTES DE MADEIRA APOIADOS DENTRO DA PAREDE DE FUNDAÇÃO

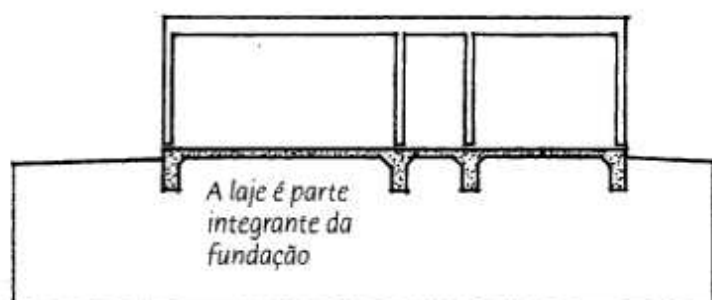
Fundação de alvenaria ou concreto pode se prolongar como parede exterior acima do solo

Sistema de vigotas de piso de alma vazada

Apoio mín. de 4" para vigotas regulares; mín. de 6" para vigotas de vão longo

VIGOTAS DE AÇO DE ALMA VAZADA APOIADAS SOBRE OU DENTRO DA PAREDE DE FUNDAÇÃO

- Verificar os requisitos para aberturas com fabricantes de portas ou janelas
- Ver 5.24 para mais informações sobre aberturas em paredes de bloco de concreto

3.18 LAJES DE CONCRETO SOBRE O SOLO

- Espessura min. da laje 4"
- Deve estar assentada sobre solo estável e compactado sem matéria orgânica
- Não suporta carga da superestrutura
- Armada com malha de aço que controla tensões de origem térmica, retração e fissuração e pequenos movimentos diferenciais do leito do solo

LAJE APOIADA NO SOLO

- Usada sobre solos problemáticos
- O reforço estrutural permite à laje trabalhar de forma monolítica com a fundação
- As cargas da superestrutura são distribuídas por toda a área da laje
- Requer projeto e análise de engenharia

LAJE ESTRUTURALMENTE REFORÇADA

Laje de concreto sobre o solo

Camada de base de cascalho compactado

Barreira contra vapor d'água

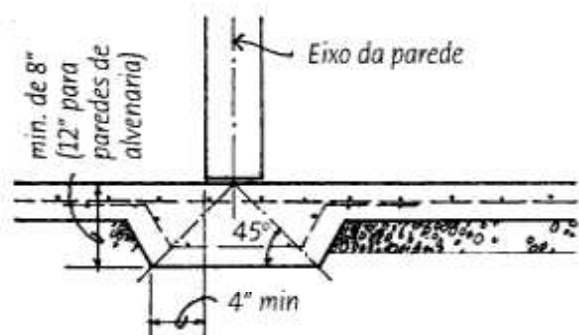
① Juntas de dilatação ou isolamento permitem a ocorrência de movimentos relativos entre a laje e as partes adjacentes da edificação.

② Juntas de controle fazem com que a fissuração e trincas resultantes de tensões de tração ocorram ao longo de linhas predeterminadas. Espaçar as juntas de controle em concreto exposto 15' a 20', ou onde seja necessário para quebrar um formato de laje irregular em seções quadradas ou retangulares.

③ Juntas de construção prevêem um espaço para parar uma construção que poderá ser retomada mais tarde. Essas juntas, que também servem como juntas de isolamento ou controle, podem ser solidarizadas (ou seladas) para prevenir movimento vertical diferencial das seções de laje adjacentes.

TIPOS DE JUNTAS

Uma sapata independente é usada quando a parede suportada transmite uma carga pesada ou concentrada.

SAPATA INDEPENDENTE

SAPATA INTEGRADA

A laje sob uma parede portante pode ter sua espessura aumentada para servir como sapata. A largura e a profundidade da sapata dependem da espessura e da carga da parede, e da condição do solo.

Parede exterior de alvenaria

Junta de dilatação de 1/2" com tira de material de preenchimento e selante

Laje de concreto de 4" suportada pelo solo

Inclinar o talude acabado, descendo para fora da estrutura

Isolamento rígido perimetral

A espessura da parede da fundação é a mesma da parede de alvenaria acima

PAREDE DE ALVENARIA

Parede de madeira com montantes verticais

Proteção ou acabamento da parede externa

6" min.

Isolamento de espuma rígida se prolonga para baixo a partir da estrutura da parede acima

Parede de fundação de blocos de concreto ou concreto moldado no local

PAREDE DE MADEIRA COM MONTANTES VERTICAIS

O projeto da laje de concreto e da viga no nível do solo depende da carga da superestrutura e das condições do solo.

VIGA DE FUNDAÇÃO

6" min.

Para climas quentes onde as condições do solo permitirem

12" min.

LAJE COM BORDA ESPESSADA

SISTEMAS DE PISO

4

Os sistemas de piso são os planos horizontais primários de uma edificação que devem suportar cargas acidentais - pessoas, mobiliário e equipamentos móveis – e cargas permanentes – o próprio peso da construção do piso. Os sistemas de piso devem transferir suas cargas horizontalmente através do espaço, tanto para vigas e pilares como para paredes portantes. Planos de paredes rígidas também servem como diafragmas horizontais, que funcionam como vigas largas e de pouca espessura, cobrindo o vão entre os planos das paredes de cisalhamento.

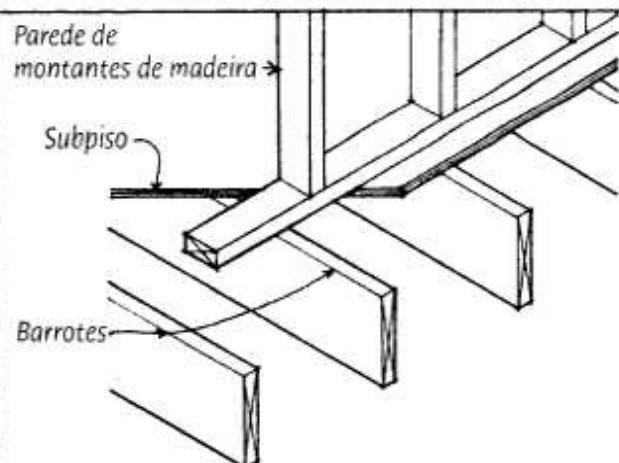
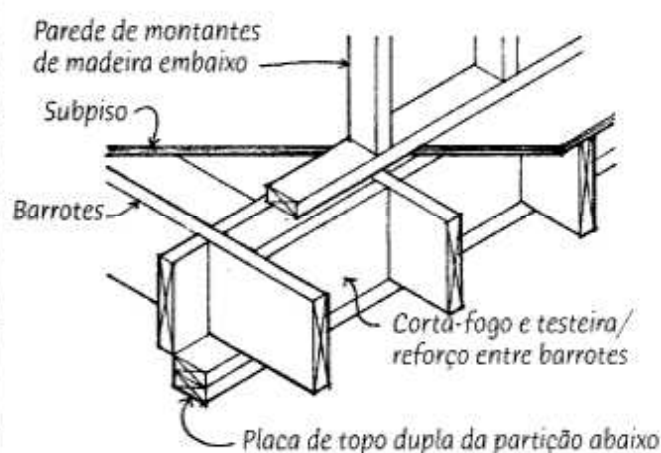
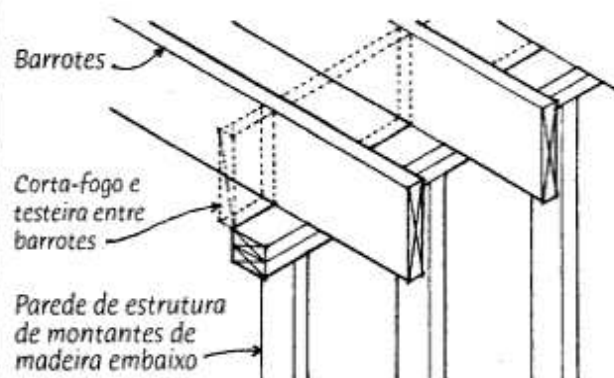
Um sistema de piso pode ser composto de uma série de vigas e travessas cobertas por um plano de placas ou tábuas, ou pode consistir de uma laje de concreto armado quase homogênea. A espessura de um sistema de piso está diretamente relacionada com as dimensões e proporção dos vãos estruturais que deve abranger e com a resistência dos materiais usados. As dimensões e posição de quaisquer balanços e aberturas situados no plano do piso também devem ser levadas em conta no leiaute dos apoios estruturais de um sistema de piso. As condições-limite de um sistema de piso e conexões de ligação com sistemas de fundação e de parede afetam tanto a integridade estrutural de uma edificação como sua aparência física.

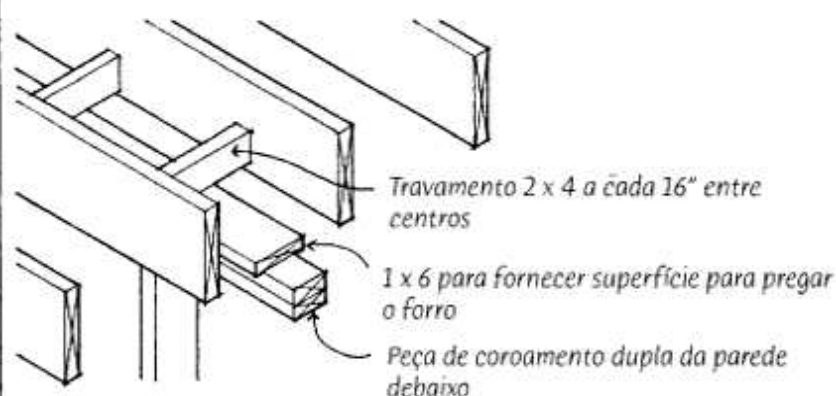
Uma vez que deve suportar cargas acidentais de maneira segura, um sistema de piso deve ser relativamente rígido, mantendo ainda sua elasticidade. Devido aos efeitos negativos que formações e vibrações excessivas têm sobre o acabamento do piso e os materiais de forro, bem como sobre o conforto das pessoas, o fator de controle crítico se torna a deformação em vez da flexão.

A espessura do piso e as cavidades nele existentes devem ser consideradas, se for necessário embutir instalações elétricas ou mecânicas dentro do sistema de piso. Para sistemas de piso entre dois pavimentos de uma edificação, um fator adicional a considerar é o isolamento acústico tanto pelo ar como pela estrutura.

Exceto nos decks exteriores, os sistemas de piso de uma edificação não são, normalmente, expostos ao tempo. Uma vez que todos devem suportar tráfego, durabilidade, resistência ao desgaste e requisitos de manutenção são fatores a considerar na seleção do acabamento de um piso e do sistema necessário para suportá-lo.*

*N de R.T.: Deck – piso de madeira composto por elemento sem encaixe entre si, geralmente utilizado em ambientes externos, expostos ao tempo.

PAREDES NÃO-PORTANTES - Sem parede embaixo

PAREDES NÃO-PORTANTES - Sem parede embaixo

PAREDE PORTANTE

PAREDE PORTANTE

PAREDE PORTANTE - Sem parede em cima

PAREDE NÃO-PORTANTE - Sem parede em cima

PAREDE PERPENDICULAR AOS BARROTES

PAREDE PARALELA AOS BARROTES

TABELA DE VÃOS PARA BARROTES DE MADEIRA **4.5**

A tabela de vãos para barrotes abaixo destina-se somente ao dimensionamento preliminar dos componentes. Pressupõe que os barrotes tenham apenas um tramo. Uma regra prática para estimar o vão dos barrotes é: Vão = 24 x altura do barrote.

DIMENSÃO nominal	ESPAÇAMENTO de centro a centro	VÃO LIMITADO PELA DEFORMAÇÃO (FLECHA)*			VÃO LIMITADO PELA FLEXÃO			
		E = 1.200.000 psi			Fb = 1.200 psi		Fb = 1.400 psi	
		Cargas acidentais em lbs. per S.F.	40	60	40	60	40	60
2 x 6	12"		9'-8"	8'-7"	10'-11"	9'-5"	11'-9"	10'-2"
	16"		8'-10"	7'-10"	9'-6"	8'-2"	10'-3"	8'-10"
	24"		7'-9"	6'-10"	7'-10"	6'-8"	8'-5"	7'-3"
2 x 8	12		12-10	11-5	14-5	12-6	15-7	13-6
	16		11-8	10-5	12-7	10-10	13-7	11-9
	24		10-3	9-2	10-4	8-11	11-2	9-8
2 x 10	12		16-1	14-5	18-2	15-8	19-7	17-0
	16		14-9	13-2	15-10	13-8	17-2	14-9
	24		13-0	11-6	13-1	11-3	14-2	12-2
2 x 12	12		19-5	17-4	21-10	18-11	23-7	20-5
	16		17-9	15-10	19-1	16-6	20-8	17-10
	24		15-8	13-11	15-9	13-7	17-0	14-8
2 x 14	12		22-7	20-3	25-5	22-1	27-6	23-10
	16		20-9	18-7	22-4	19-3	24-1	20-10
	24		18-4	16-4	18-5	15-11	19-11	17-2

- A deformação (flecha) do barrote não deve exceder 1/360 do vão; a rigidez do sistema de barrotes submetido a tensões é mais crítica que a sua resistência.
- Geralmente, se for aceitável para a altura geral da construção, barrotes mais altos e mais espaçados são mais desejáveis, sob o ponto de vista de rigidez, que barrotes mais baixos e menos espaçados.
- E = módulo de elasticidade; Fb = tensão unitária admissível nas fibras mais extremas sob o efeito de flexão; ambos variam de acordo com a espécie e a classificação da madeira usada.

CONTRAVENTAMENTO

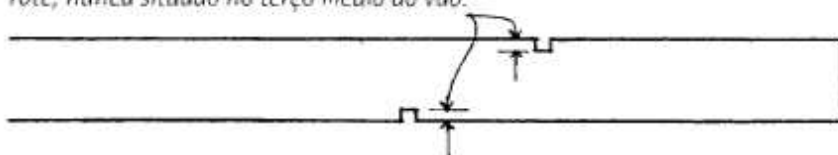
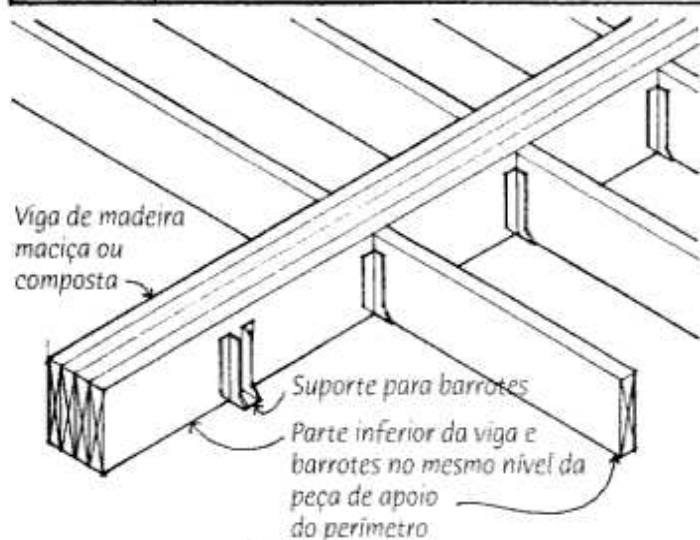
O contraventamento consiste no travamento com hastes de madeira, metal ou blocos que preenchem o espaço entre dois barrotes a intervalos de 8'. O contraventamento pode ser exigido por alguns códigos de obras se a altura do barrote for 6 ou mais vezes maior que sua espessura. Contudo, não é normalmente necessário se as extremidades dos barrotes são apoiadas lateralmente e a suas bordas superiores de compressão estão solidarizadas com o subpiso.

CORTES EM BARROTES

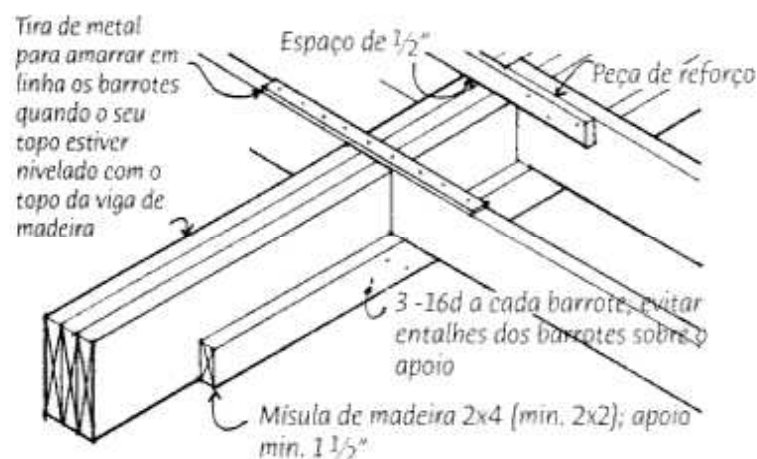
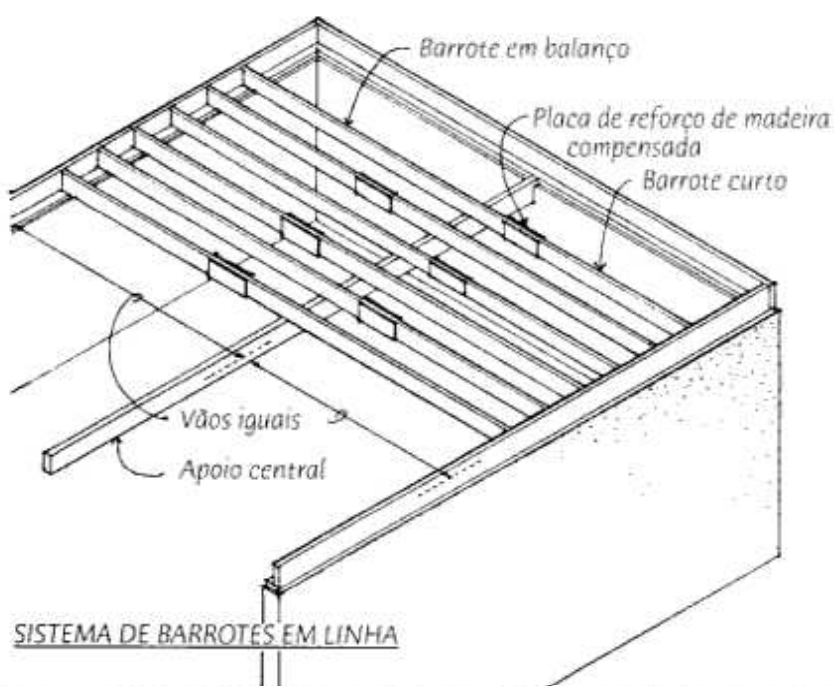
Para permitir a passagem de instalações elétricas e hidráulico-sanitárias através dos barrotes do piso, podem ser feitos cortes de acordo com as seguintes diretrizes:

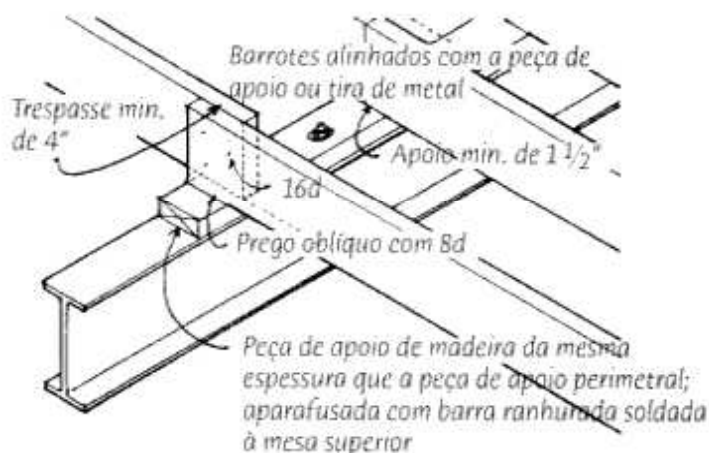
min. 2" para a borda do barrote

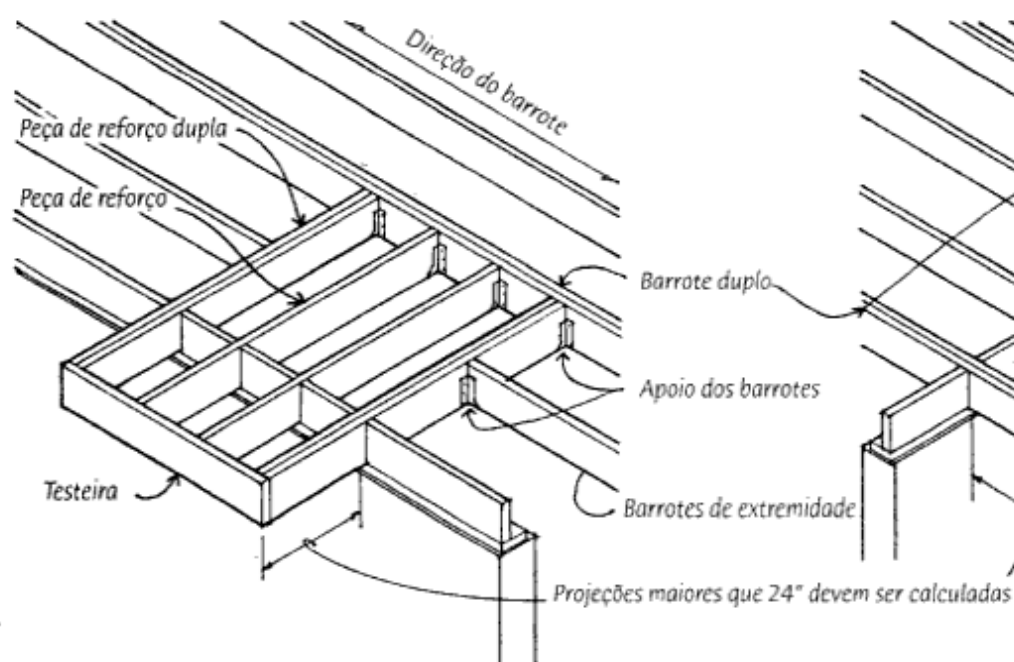
Diam. max. = 1/3 da altura do barrote

Máximo de 1/6 da altura do barrote, nunca situado no terço médio do vão.

TOPO DOS BARROTES NIVELADOS COM A VIGA

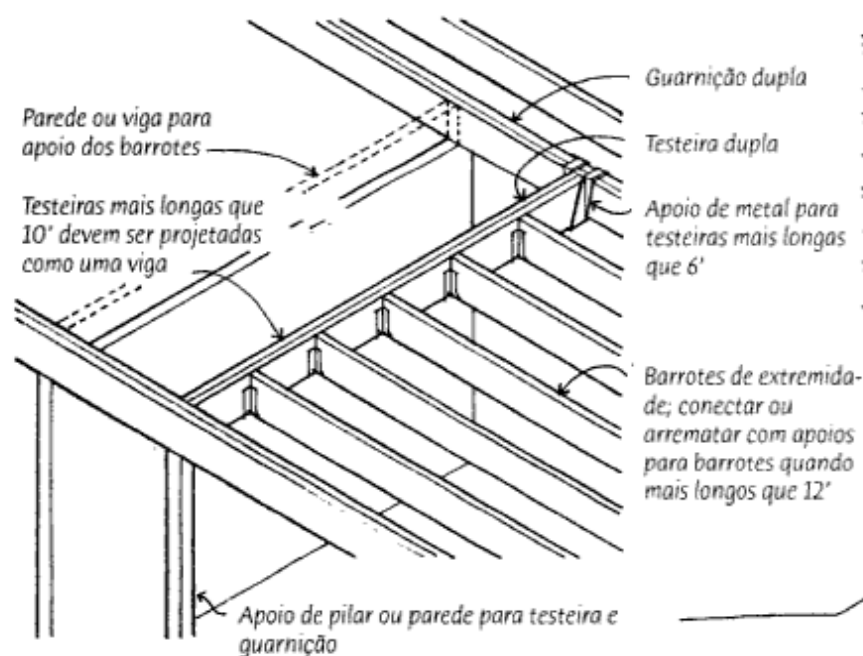
APOIO SOBRE MÍSULA

APOIO SOBRE VIGA DE AÇO

APOIO SOBRE VIGA DE AÇO

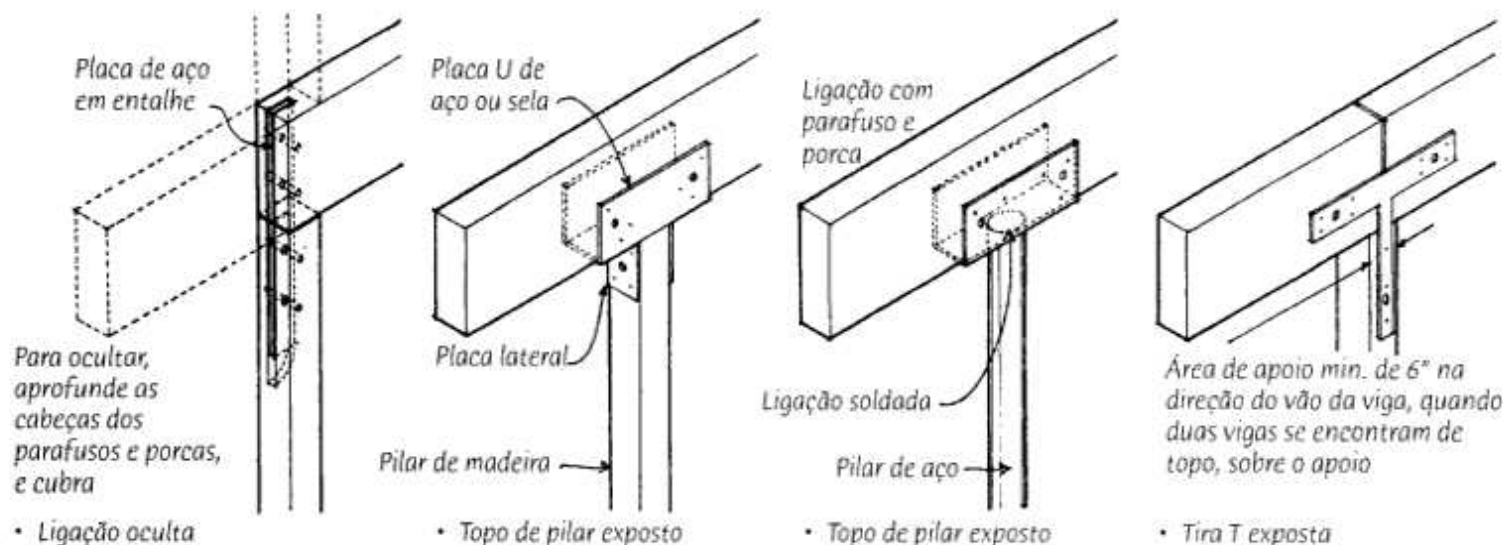
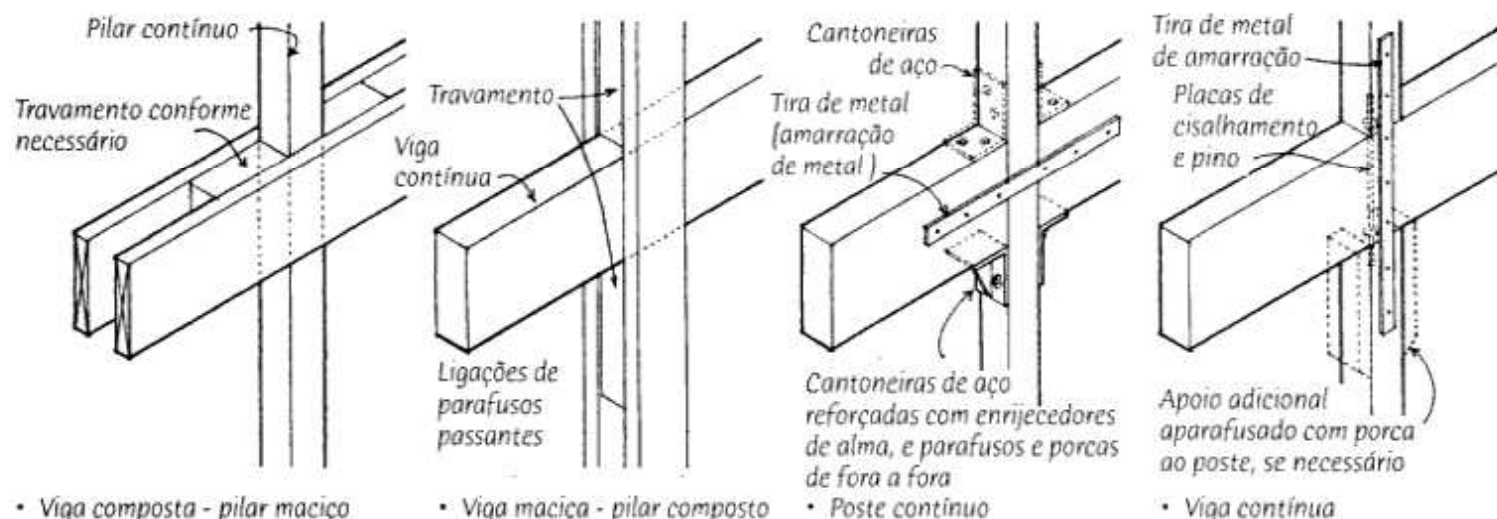
SISTEMA DE BARROTES EM LINHA

O sistema de barrotes em linha permite o uso de barrotes um pouco menores do que aqueles usados em uma estrutura convencional. Quando utilizados com montantes e outros caibros espaçados 24" entre centros, os barrotes em linha também fazem uso eficiente de materiais de recobrimento de 48" de largura. Contudo, essa economia de materiais pode não ser compensada pelo aumento de custo da mão-de-obra.

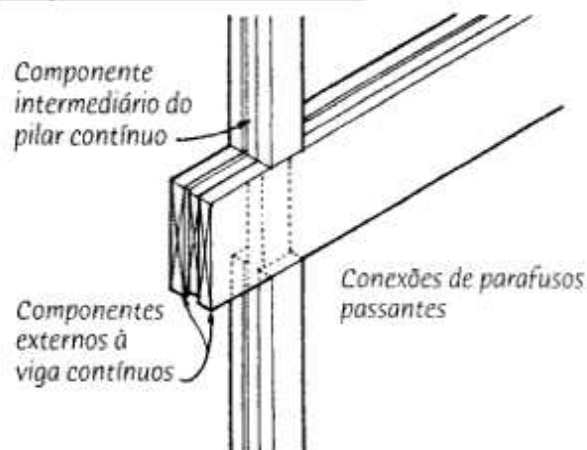
O sistema consiste de barrotes de comprimentos diferentes, os maiores se projetando em balanço do apoio central 1/4 a 1/3 do vão simples, até um ponto onde o momento fletor é próximo de zero. Os barrotes mais curtos são conectados ao barrotes em balanço com conectores de metal resistentes ao cisalhamento, ou com placas de reforço de madeira compensada. Os barrotes em balanço e os barrotes curtos alternam nos lados, formando barrotes contínuos de dois vãos.

Projeção perpendicular aos barrotes

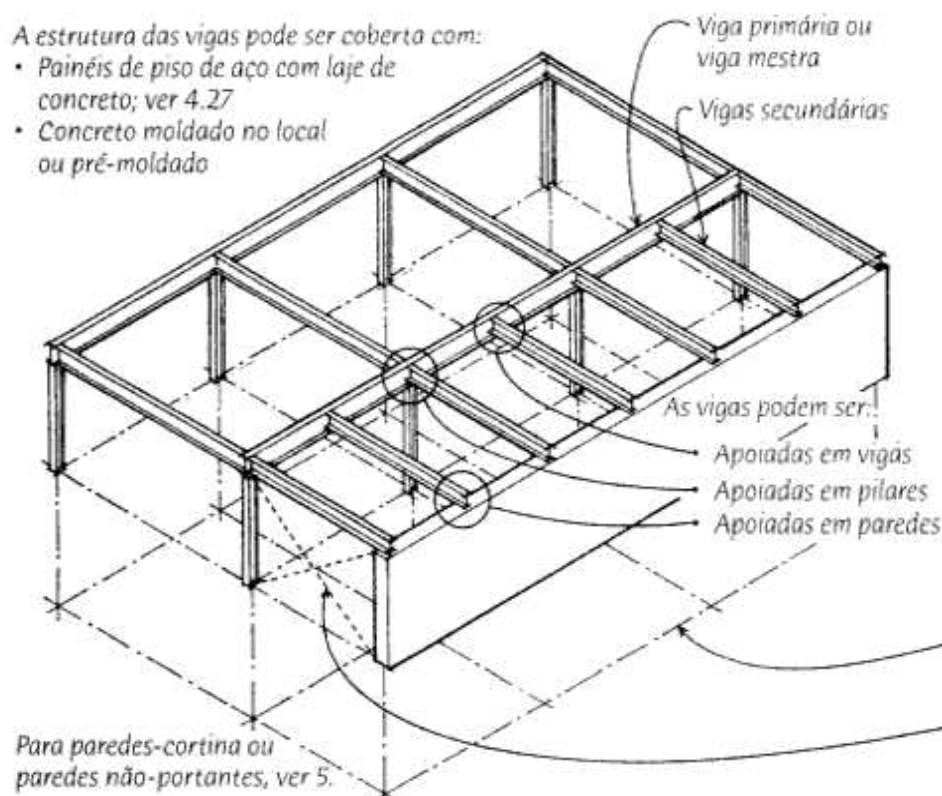
Projeção paralela aos barrotes

PROJEÇÕES DO PISO

Comprimento perpendicular aos barrotes

Comprimento paralelo aos barrotes

ABERTURAS DO PISO

LIGAÇÕES DE PILAR OU COLUNA

LIGAÇÕES DE PILAR OU COLUNA: Colunas continuando na vertical

PILAR E VIGA INTERTRAVADOS

O tamanho e o número de parafusos necessários em uma ligação dependem da espessura dos componentes, das espécies de madeira da grandeza da carga e sua direção em relação à fibra da madeira e do uso de conectores de metal. Ver 5.15 para diretrizes relativas ao espaçamento de parafusos.

Quando não há área suficiente para acomodar o número necessário de parafusos, placas de cisalhamento ou conectores de anel que suportam maiores tensões por unidade de apoio, podem ser usados.

Os elementos estruturais de aço são usados para construir o esqueleto de uma estrutura de modo semelhante à construção em viga e pilar de madeira. O aço estrutural, porém, é flexível o bastante tanto para estruturas de edificações baixas, como para estruturas altas.

- Uma vez que o aço estrutural é difícil de ser trabalhado no local, ele normalmente é cortado, tem sua forma elaborada e é perfurado em um canteiro de fabricação, de acordo com as especificações do projetista; isso pode resultar em uma construção relativamente rápida e precisa.
- Pelo fato do aço perder sua resistência rapidamente em um incêndio, são necessárias montagens ou recobrimentos resistentes ao fogo; em condições de exposição também é necessário prever a resistência à corrosão.
- A estrutura de aço é mais eficiente quando disposta ao longo de uma malha regular.
- Para resistir a forças sísmicas ou vento lateral, painéis de cisalhamento, contraventamento diagonal ou pórticos rígidos com conexões resistentes a momentos podem ser usados.

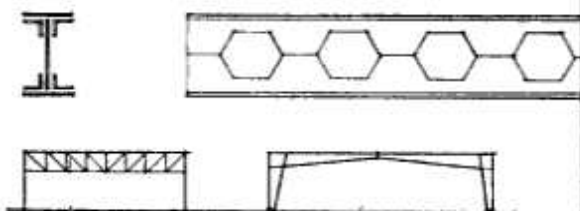
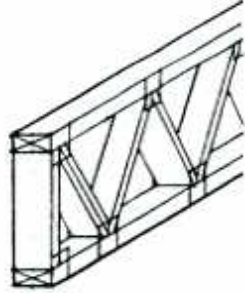
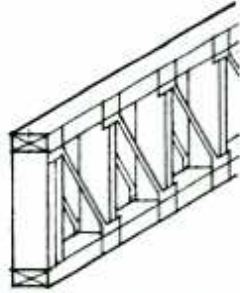
Apoio de pilar ou viga:
As conexões normalmente usam elementos de transição, tais como cantoneiras, Ts ou placas; podem ser rebitadas, porém, são mais freqüentemente aparafusadas e/ou soldadas.

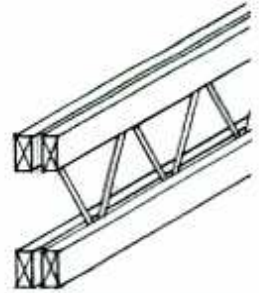
Apoio de parede:
São necessárias placas de aço para distribuir a carga concentrada imposta pela viga de maneira que a pressão resultante no apoio não exceda àquela admissível pelo material da parede.

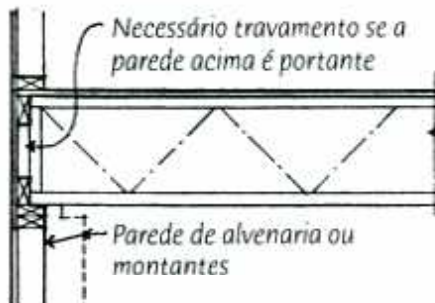
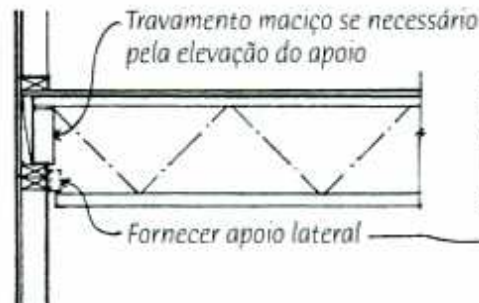
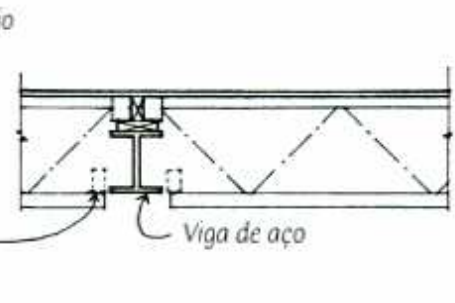
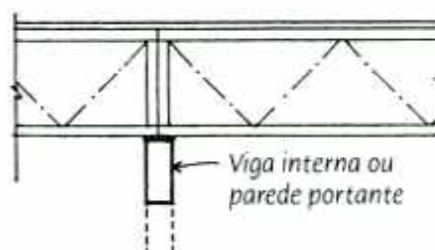
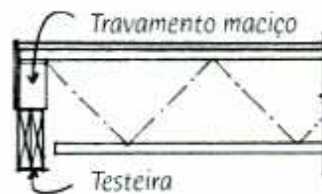
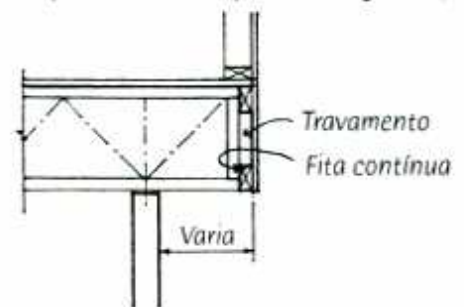
Vigas em forma de I têm sido amplamente substituídas pelas vigas de mesa larga, que são estruturalmente mais eficientes. As vigas também podem ter as seções na forma de canaleta, tubos estruturais ou seções compostas.

Para formas de pilares e estruturas de paredes, ver 5.38 e 5.40.

Placas de base de aço são necessárias para distribuir as cargas concentradas dos pilares para suas fundações de concreto. Ver 5.38.

Grandes vãos podem ser cobertos com vigas-mestras compostas de chapas soldadas, vigas com alma vazada, treliças ou pórticos rígidos.

Mesas laminadas de 2x3 e alma de madeira compensada/contra-placada de 3/8" - pequenos a médios vãos

Banzos 2x4 e almas com placas conectoras de aço - vãos médios

Banzos e elementos verticais com almas de aço - vãos médios a longos

Banzos de madeira com diagonais de tubos de 1" a 1 1/2" de diâmetro - vãos médios a longos

Banzos duplos de 2x6 com diagonais de aço de 2" de diâmetro - vãos longos

TIPOS DE VIGAS TRELIÇADAS

•Apoio no banzo inferior

• Apoio no banzo superior

•Apoio no banzo superior em viga de aço

• Apoio no banzo inferior sobre viga interna

• Apoio no banzo superior sobre testeira

• Apoio no banzo inferior em balanço

CONDIÇÕES DE APOIO TÍPICAS

A tabela à direita para vãos de treliças de piso deve ser usada somente para dimensionamento preliminar. Os vãos não devem exceder 24x a altura da treliça.

Consulte os fabricantes para tamanhos, espaçamentos, vãos admissíveis, condições de apoio e especificações das treliças.

Cargas acidentais	55 lbs. per S.F.			80 lbs. per S.F.		
Espaçamento	12" o.c.	16" o.c.	24" o.c.	12" o.c.	16" o.c.	24" o.c.
Altura						
12"	23'-4"	21'-0	17'-0	19'-0	17'-4"	15'-0
14"	26-4	22-8	18-8	21-4	19-4	16-6
16"	28-6	24-8	20-0	23-6	21-4	17-8
18"	30-6	26-4	21-6	25-8	23-4	19-0
20"	32-4	27-8	22-8	27-8	24-8	20-4
24"	35-0	30-8	25-0	31-6	27-4	22-0

o.c. = entre centros

São necessários mecanismos de resistência a forças laterais em ambas as direções, mas as cargas tendem a ser mais críticas na direção menor.

Cada par de pilares externos proximamente espaçados apóiam uma viga de vão longo. Este sistema é adequado para edificações longas e estreitas, especialmente quando se deseja um espaço livre de pilares.

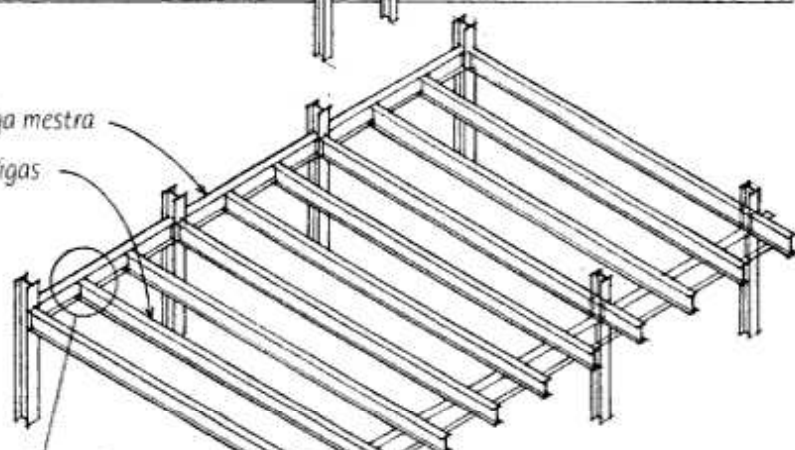
SISTEMA DE VIGA UNIDIRECIONAL

Viga mestra

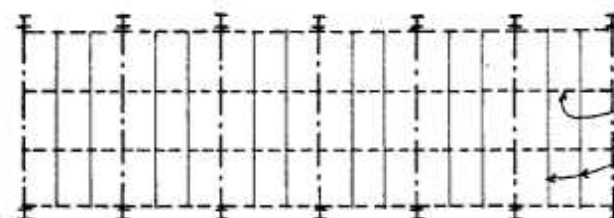
Vigas

A variação típica do tamanho do vão da viga vai de 20' a 60', para vãos além de 32' vigotas de aço de alma vazada são uma alternativa econômica

O espaçamento entre vigas é de 6' a 15', dependendo dos painéis de piso

Geralmente, estruturas de aço devem utilizar unidades estruturais retangulares, com vigas com cargas relativamente leves tendo vãos maiores que as vigas mestras que têm cargas mais pesadas.

Apoiar as vigas no corpo das vigas mestras minimiza a espessura do piso; algumas instalações mecânicas podem passar através de furos nas almas das vigas, mas grandes dutos devem ser acomodados em um espaço inferior.

Sistema de 2 camadas aumenta a espessura do piso consideravelmente, mas fornece mais espaço para instalações mecânicas.

SISTEMA DE VIGA BIDIRECIONAL

Quando um grande espaço livre de colunas é desejado, vigas mestras de placas soldadas ou treliças para vãos longos podem ser usadas para apoiar as vigas primárias, que por sua vez apóiam um conjunto de vigas secundárias.

SISTEMA DE VIGA TRIPLO

4.22 LIGAÇÕES DE VIGAS E PILARES EM AÇO

Placas enrijecedoras soldadas ao pilar

Mesas superior e inferior soldadas ao pilar

Placa de reforço soldada ao pilar e parafusada à alma da viga

Parafusos resistentes a cisalhamento

Viga soldada a placas enrijecedoras e aparafusadas à placa de reforço

Enrijecedor

Barra de apoio

Placas enrijecedoras soldadas ao pilar e aparafusadas às mesas da viga

Soldado em toda a extensão

Placa de cisalhamento soldada ao pilar e aparafusada à alma da viga

Cantoneira de apoio para montagem

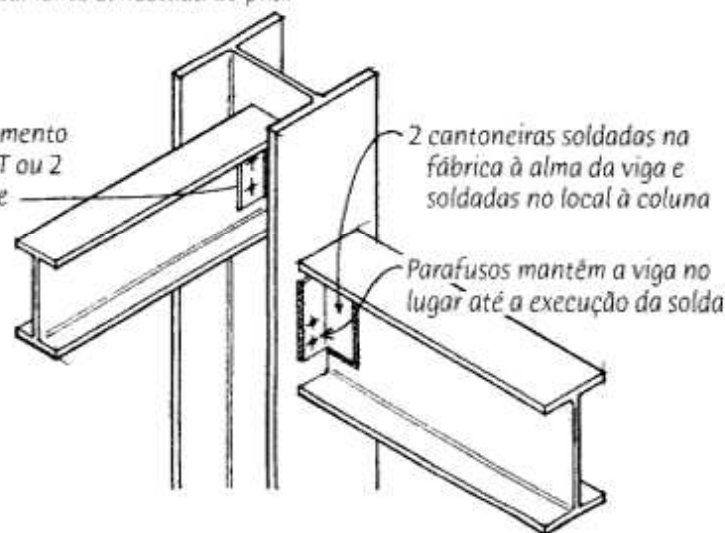
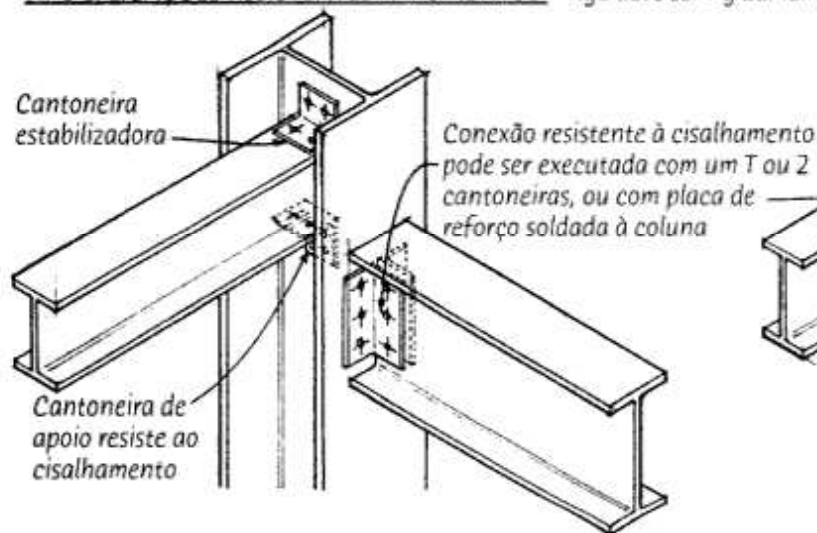
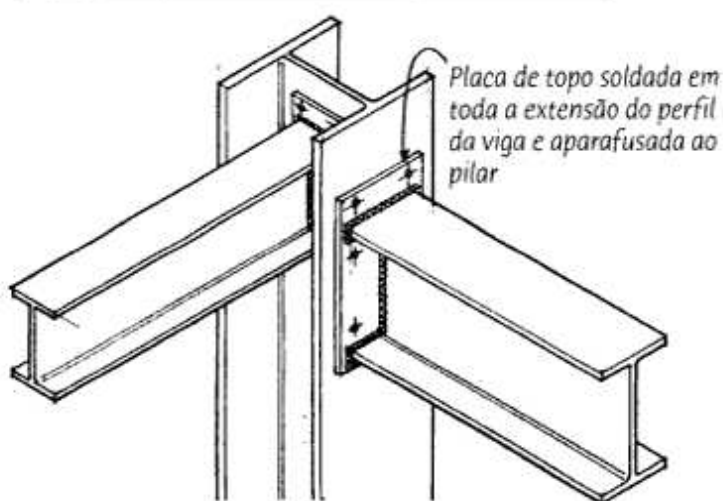
TIPO 1: LIGAÇÕES RESISTENTES A MOMENTOS - Viga deve ser rigidamente conectada ao pilar

Cantoneira estabilizadora

Conexão resistente à cisalhamento pode ser executada com um T ou 2 cantoneiras, ou com placa de reforço soldada à coluna

Cantoneira de apoio resiste ao cisalhamento

2 cantoneiras soldadas na fábrica à alma da viga e soldadas no local à coluna

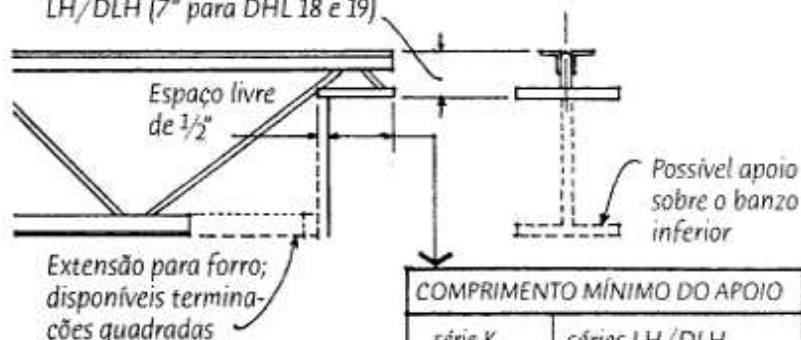
Parafusos mantêm a viga no lugar até a execução da solda

TIPO 2: LIGAÇÕES RESISTENTES AO CISALHAMENTO

TIPO 3 - LIGAÇÃO SEMI-RÍGIDA

A resistência de uma ligação depende das dimensões dos componentes e dos Ts, das cantoneiras ou placas, bem como da configuração de parafusos e/ou soldas usadas. O Instituto Americano de Construções de Aço (AISC) define três tipos de estruturas de aço que determinam as dimensões dos componentes e os tipos de suas ligações:

Tipo 1, estrutura rígida, considera que as ligações viga-pilar são rígidas e capazes de manter seus ângulos originais quando sujeitas a carregamento.

Tipo 2, estrutura simples, considera que as extremidades das vigas e vigas mestras estão ligadas para resistir somente a cisalhamento e estão livres ao giro para cargas resultantes da gravidade.

Tipo 3, estrutura semi-rígida, considera que as ligações de viga e viga mestra possuem uma capacidade limitada, porém conhecida, de resistência a momentos.

VIGOTAS DE AÇO DE ALMA VAZADA

COMPRIMENTO MÍNIMO DO APOIO	série K	séries LH/DLH
• Apoio em parede de alvenaria	4" a 6"	6" a 12"
• Apoio em parede de concreto	4"	6" a 9"
• Apoio em viga de aço	2 1/2"	4"

Contraventamento horizontal ou diagonal é necessário para evitar o movimento lateral dos banzos das vigotas. O espaçamento do contraventamento, de 0' a 20' entre centros, depende do vão da vigota e do tamanho do banzo.

Os perfis de vigotas de aço de alma vazada variam de acordo com o fabricante.

VIGOTAS DE AÇO DE ALMA VAZADA		
Padrão	Série K	Alturas de 8" a 30" com vãos até 60'
Vão longo	Série LH	Alturas de 18" a 48" com vãos até 96'
Vão longo e alto	Série DLH	Alturas de 52" a 72" com vãos até 144'

A seguinte tabela deve ser usada somente para o dimensionamento preliminar de travessas. Consulte o Steel Joist Institute para especificações e tabelas de carga completas para todos os tipos de vigotas.

TOTAIS ADMISSÍVEIS PARA CARGAS UNIFORMEMENTE DISTRIBUÍDAS (lbs. por pé quadrado)

Séries de vigotas	Classificação da vigota	Vão medido em pés: 12	16	20	24	28	32	36	42	48	54	60
K	8 K 1	442	245									
	10 K 1	550	312	200								
	12 K 3	550	475	302	208							
	14 K 4		550	428	295	216						
	16 K 5		550	550	384	280	214					
	18 K 6			550	472	345	264	208				
	20 K 7			550	550	430	328	260				
	22 K 9				550	550	435	344	252			
	24 K 9				550	550	478	376	275	210		
	26 K 10					550	548	486	356	272		
	28 K 10					550	548	486	384	294	232	
	30 K 11						548	486	416	362	284	230
	30 K 12						548	486	416	364	324	262
LH	18 LH 5					580	448	354				
	20 LH 6					722	560	444				
	24 LH 7							588	446	342		
	28 LH 9								638	500	400	
	32 LH 10										450	389
	36 LH 11											450

Altura da vigota em polegadas (36) — Tipo de vigota (LH) — Banzo (11)

Painel
Canaleta dupla
Cantoneira de ligação
Vigota de aço
Parede de montantes metálicos
APOIO INTERNO
Painel
Canaleta de perímetro
Enrijecedor de alma
Vigota de aço
Parede de montantes metálicos
APOIO EXTERNO
Painel
Enrijecedor de alma
Apoio min. 3"
Vigota de aço contínua apoiada sobre viga ou parede
Vigotas duplas sob carregamento de partições
APOIO INTERNO
Parede de montantes metálicos
Painel
Parafuso de porca para ancoragem
Cantoneira de fixação
Vigota de aço
Parede de fundação de concreto
APOIO EXTERNO
Vigotas duplas ou encaixadas
Vigotas duplas ou enrijecedores de alma sobre apoio
Canaleta de perímetro
BALANÇOS E ABERTURAS DE PISOS
Painel
Canaleta de perímetro
Enrijecedor de alma
Cantoneira de fixação à fundação
Vigota de aço
APOIO EXTERNO

O concreto armado pode ser moldado quase em qualquer feitio. Sua flexibilidade de forma é limitada somente pelas fôrmas e armadura de aço necessárias, e o método usado para seu lançamento. Pode ser moldado tanto em elementos lineares quanto em planos, e configurado em estruturas tipo esqueleto, paredes portantes ou cascas.

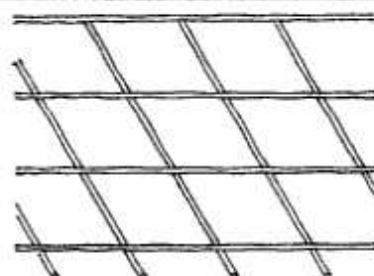
O concreto deve ter seu feitio e apoio garantidos pelas fôrmas até a sua cura, quando ele pode suportar a si mesmo. Esse sistema de fôrmas é freqüentemente projetado como um sistema estrutural separado pelo considerável peso e pressão que o concreto pode exercer sobre ele.

As superfícies de contato das fôrmas são cobertas com um material (óleo, cera ou plástico) para auxiliar na sua remoção. Do ponto de vista do projeto, o feitio de uma seção de concreto deve permitir a remoção fácil da fôrma. Use seções mais estreitas no fundo para evitar que a fôrma fique presa pelo concreto. Cantos externos agudos são normalmente chanfrados ou arredondados para evitar fragmentação e bordas irregulares.

Por economia, devem ser usadas fôrmas padronizadas de uma maneira repetitiva. Quando possível, usar pilares ou vigas de um tamanho constante, variando a quantidade de aço necessária.

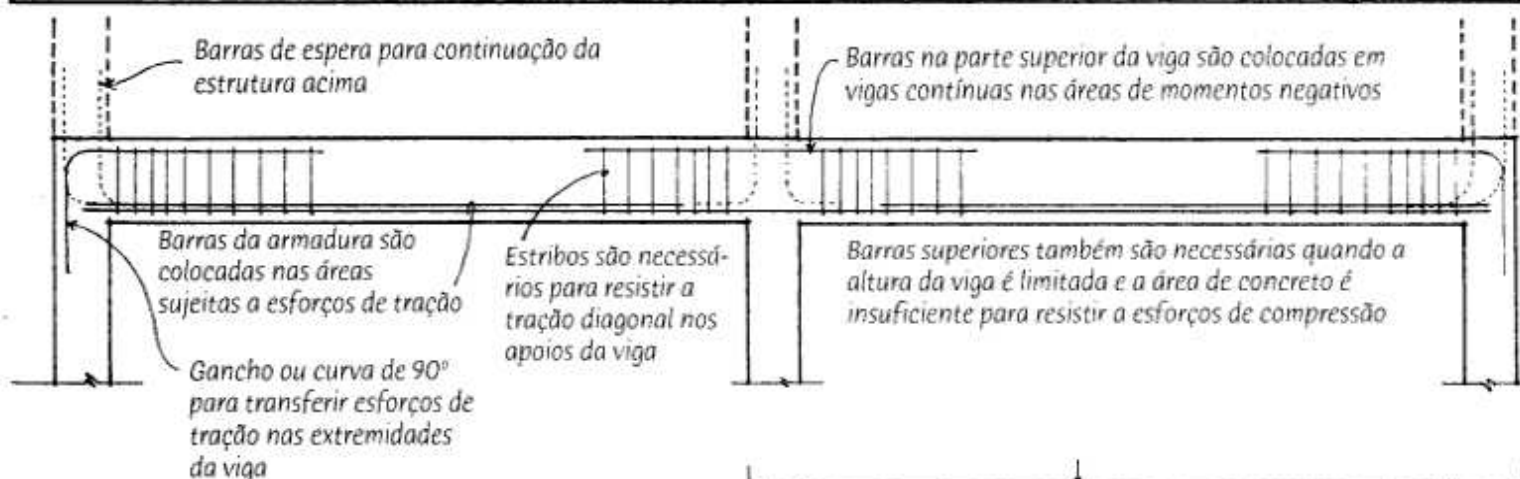
ARMADURA DE AÇO

BARRAS DE ARMADURA são seções de aço produzidas a quente, possuidoras de mossas para melhor adesão ao concreto. O número da barra se refere ao seu diâmetro em oitavos de polegada. Por exemplo, uma barra # 5 tem 5/8" de diâmetro.

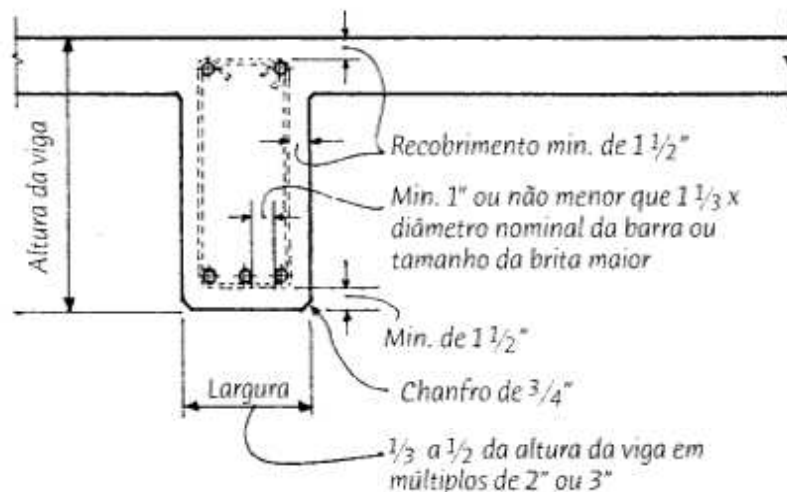
Para tabelas de áreas de seções, ver 12.9.

TELA DE AÇO SOLDADA consiste de barras finas produzidas a frio, dispostas em grade e soldadas nos seus pontos de intersecção. A tela é geralmente usada para fornecer reforço a tensões em lajes em razão de temperatura, mas as bitolas mais pesadas também podem ser usadas para armar paredes de concreto. A tela é designada pelo espaçamento das barras e sua bitola ou área de seção transversal.

Como o concreto tem baixa resistência à tração, é necessário o reforço com aço para suportar as tensões de tração em elementos estruturais de concreto. A armadura de aço também é necessária para ligar elementos verticais e horizontais, reforçar as bordas ao longo de aberturas, minimizar o fissuramento decorrente da retração e controlar a dilatação e contração térmicas.

A armadura de aço deve ser protegida pelo concreto contra o fogo e a corrosão. Os requisitos mínimos para recobrimento e espaçamento são especificados pelo Building Code Requirements for Reinforced Concrete, do American Concrete Institute (ACI), de acordo com a exposição do concreto e as dimensões da brita e do aço usados. Estes requisitos estão anotados nas figuras seguintes quando necessário. Ver também 12.9.

A armadura de aço deve ser projetada por um engenheiro de estruturas qualificado.

Vigas de concreto moldadas no local são quase sempre moldadas junto com a mesma laje que elas suportam. Uma vez que parte da laje trabalha como uma parte da viga, a altura da viga é medida até o topo da laje. Uma regra prática para estimar a altura de uma viga é a seguinte:

* Vão da viga medida em pés = Altura da viga medida em polegadas.

A continuidade entre pilares, vigas, lajes e paredes é desejável para minimizar os momentos fletores nestas junções. Uma vez que a continuidade é facilmente conseguida em estruturas de concreto, estruturas contínuas sobre 3 ou mais vãos são normalmente mais eficientes.

Quando submetida à sua carga máxima, uma viga convencional de concreto armado é suscetível a fissuração devido à tração na sua parte inferior. Protender a viga reduz as trincas devido à tração, pois a mesma fica submetida a compressão em toda a sua seção transversal. Isto é conseguido tracionando-se o aço com uma tensão elevada, ancorando o mesmo nos extremos da viga, e então liberando-o. A protensão reduz a deflexão da viga e permite o uso de vigas de menor altura e vãos maiores.

Há duas técnicas de protensão. Pré-tensionamento, realizado em uma fábrica de pré-moldados, e o pós-tensionamento, normalmente executado no local da construção, especialmente quando os elementos estruturais são muito grandes para transportar da fábrica para o local.

VIGAS DE CONCRETO PROTENDIDO

◁ Pré-tensionamento

O aço é tracionado ao longo da parte inferior da forma da viga.

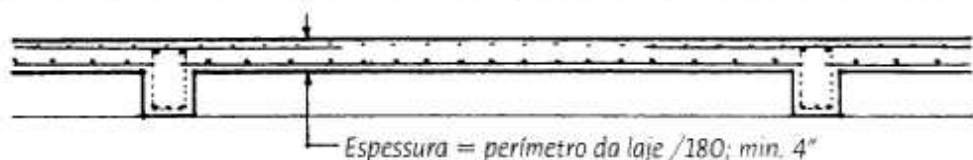
A viga é moldada em torno do aço tracionado.

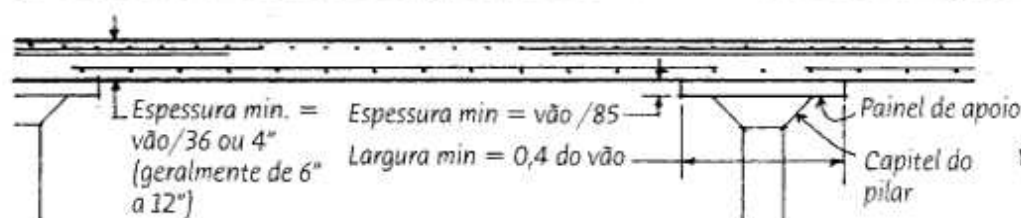
Quando liberado, o aço comprime toda a seção da viga.

▷ Pós-tensionamento

Cabos de aço colocados em curva no interior da forma, são recobertos ou postos em bainhas para evitar a aderência enquanto o concreto é lançado.

Após a cura do concreto, o aço é tracionado com um macaco hidraúlico e firmemente ancorado.

Sob carregamento, a viga deflete para baixo, compensando a curvatura para cima .

- A laje armada nas duas direções é apoiada nos quatro lados por vigas; os módulos devem ser o mais próximo possível do quadrado.

- Lajes armadas nas duas direções com vigas, são usadas para grandes vãos e cargas pesadas, ou quando necessário alta resistência a forças laterais. Entretanto, as lajes armadas nas duas direções normalmente são feitas sem vigas. Ver abaixo.

- Laje armada em duas direções suportada por pilares sem vigas (laje cogumelo).
- Painéis de apoio e/ou capitéis de pilar reforçam a laje nos apoios dos pilares.
- Armadura de aço é disposta para resistir tensões variáveis no interior de uma laje de espessura uniforme; isto também se aplica às placas planas abaixo.

- Mínima altura de construção pode minimizar a altura da edificação.

- Placas planas armadas nas duas direções são semelhantes a lajes armadas nas duas direções, mas não possuem painéis de apoio.
- Placas planas são adequadas para cargas moderadas.
- Suas formas são simples e permitem alguma flexibilidade na localização dos pilares.

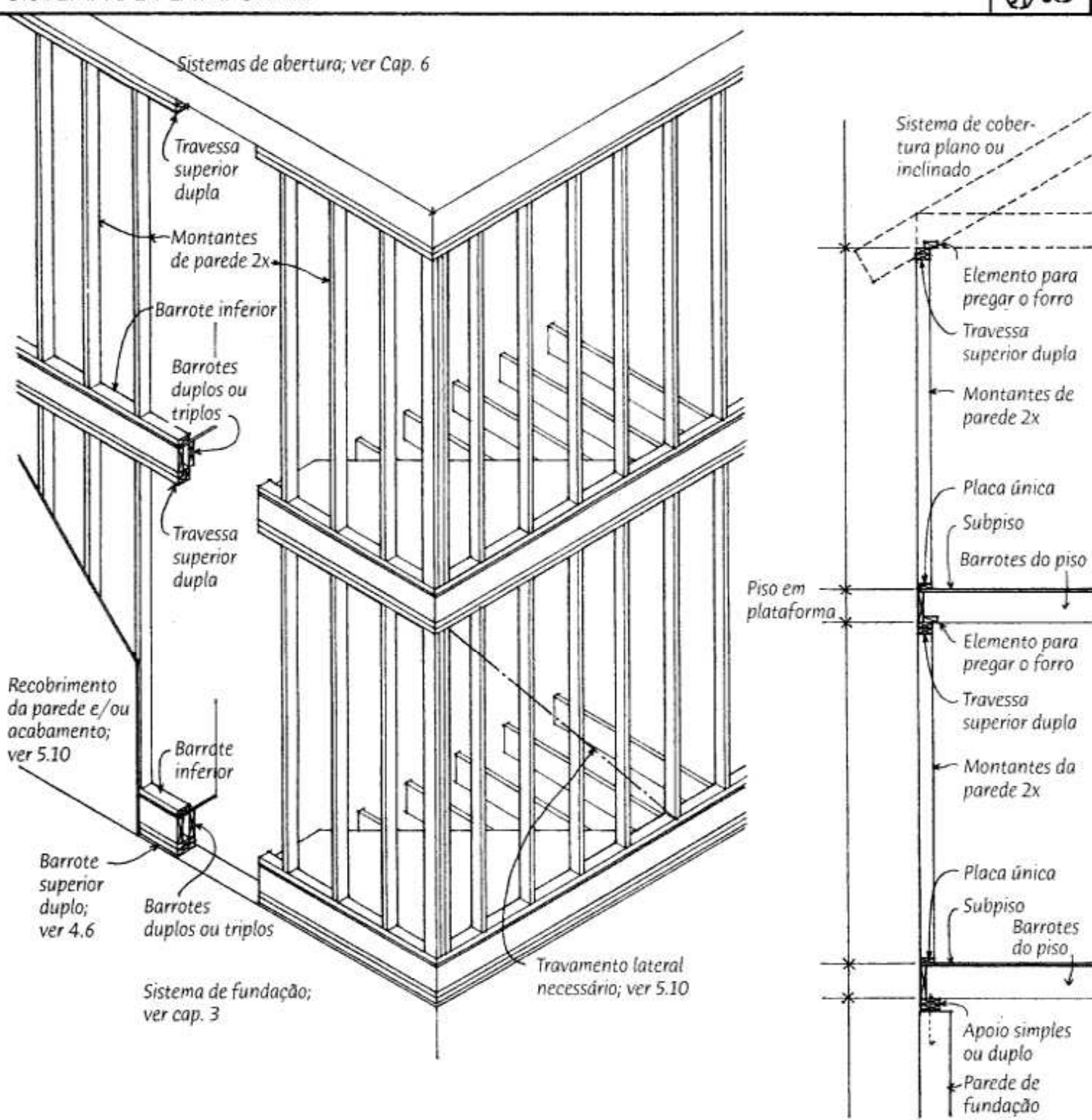
SISTEMAS DE PAREDE

5

Os sistemas de parede são os planos verticais de uma edificação que definem e fecham seus espaços interiores. Podem ser paredes portantes homogêneas ou compostas, ou podem ser construídos em pilares e vigas com painéis não-estruturais preenchendo os seus espaços. A maneira como estas paredes e pilares suportam os sistemas de piso e cobertura acima e como são suportadas por paredes e sistemas de fundação abaixo é determinada pela compatibilidade estrutural destes sistemas e os tipos de materiais e conexões usados. Se rígidas, as paredes também podem funcionar como painéis resistentes ao cisalhamento, que são projetados para resistir às forças laterais do vento e de terremotos.

As paredes externas servem como um escudo protetor dos espaços interiores de uma edificação contra as intempéries. Seus elementos de construção devem controlar a passagem de calor e frio, ar, umidade e vapor d'água. A camada externa, que pode ser aplicada ou integrada à estrutura da parede, deve ser durável e resistente aos efeitos de intemperização de sol, vento, e chuva.

As paredes internas, que subdividem o espaço dentro de uma edificação, podem ser estruturais ou não. As paredes devem ser capazes de suportar os materiais de acabamento desejados, fornecer o grau exigido de isolamento acústico e acomodar, quando necessário, a passagem de fiação elétrica e dutos de equipamentos mecânicos.

O tamanho e a localização das aberturas das portas e janelas nas paredes são determinados pelos requisitos de iluminação natural, ventilação, vistas desejáveis, e acessos. Estas aberturas devem ser executadas de modo que quaisquer cargas verticais sejam distribuídas em torno delas e, não transferidas para as portas e janelas.

- Montantes 2x4 ou 2x6 na altura do andar são espaçados 16"ou 24" entre eixos.
- Barrotes do piso se apóiam na placa de apoio da fundação ou na travessa superior da parede de montantes do pavimento inferior.
- A base de piso se estende até a borda externa da estrutura da parede e serve como plataforma de trabalho.
- Embora a retração vertical seja maior que no balloom framing, ela é equalizada entre os pavimentos.
- Paredes de montantes são adaptáveis à fabricação fora do local da obra na forma de painéis e à construção "tilt up".*
- Os espaços delimitados pela estrutura necessitam de elementos corta-fogo 2x para evitar correntes de convecção entre os pavimentos e entre o último pavimento e a cobertura.

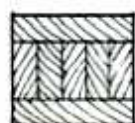
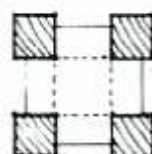
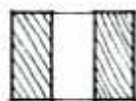
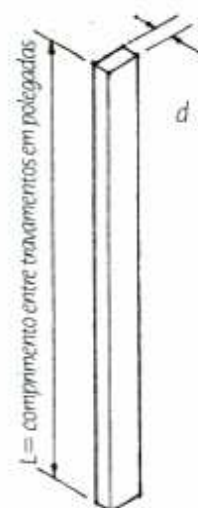
*N. de R.T.: "Tilt up" é um processo construtivo onde as paredes ou estrutura são executadas na posição horizontal junto à sua localização final na edificação e então içadas para a posição vertical.

TESTEIRA	(2) 2x4	(2) 2x6	(2) 2x8	(2) 2x10	(2) 2x12
Suportando:	Vão até:				
Somente cobertura	4'	4' a 6'	6' a 8'	8' a 10'	10' a 12'
1 pavimento	—	4'	4' a 6'	6' a 8'	8' a 10'
2 pavimentos	—	—	—	4' a 6'	6' a 8'

- Para vãos maiores que 4', a travessa necessita min. de 2" de apoio firme em cada extremidade estendendo-se até o piso ou apoio inferior.
- Espaçadores de madeira compensada de 1/2" são usados com elementos 2x para igualar os montantes 2x4 ou 2x6.
- Para condições de cargas incomuns, a travessa deve ser calculada como uma viga.

*Estas vergas devem ser calculadas como vigas; verificar os requisitos mínimos de carregamento

OPÇÕES DE VERGA PARA ABERTURAS LARGAS

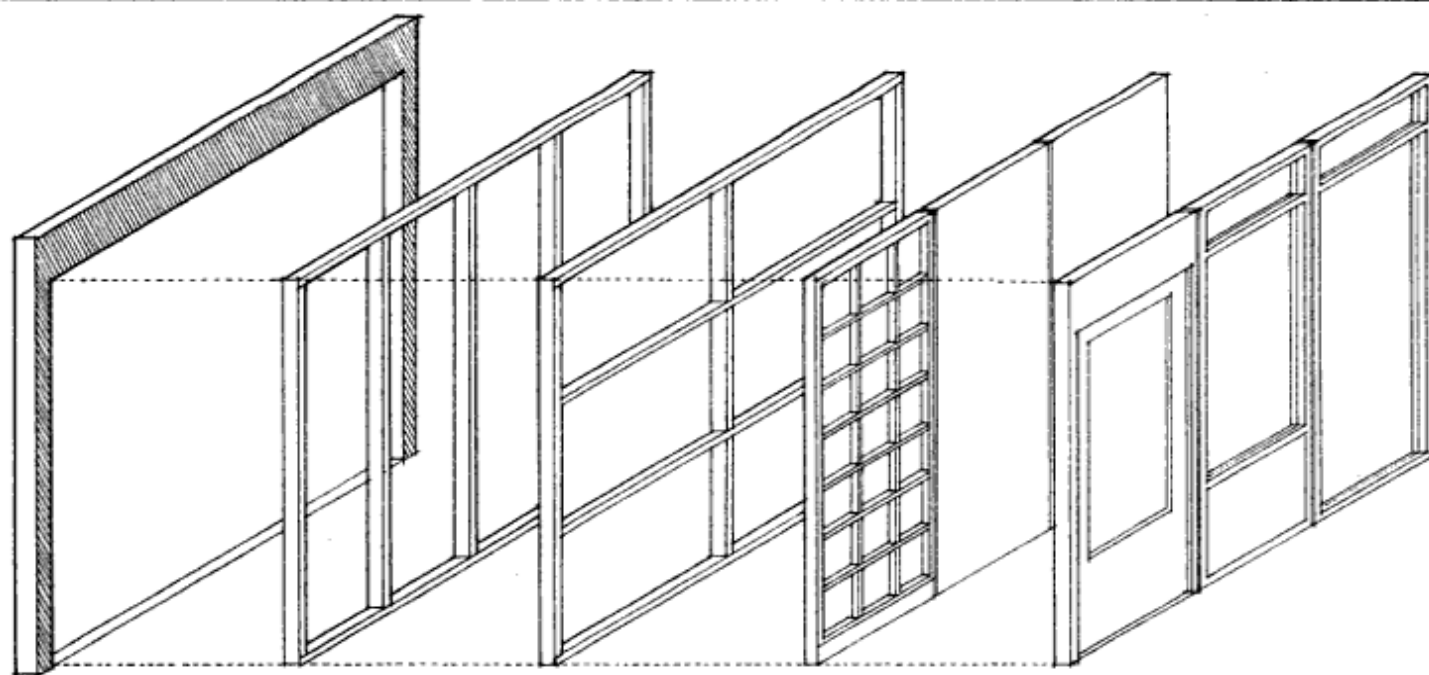
Pilares maciços devem ser de madeira bem seca.

Pilares compostos podem ser de laminados colados ou mecanicamente travados.
Pilares laminados podem ter uma tensão de compressão admissível maior que a de pilares maciços, enquanto que pilares mecanicamente travados não podem se igualar à resistência de um pilar sólido com as mesmas dimensões e material.

Pilares vazados consistem de dois ou mais elementos separados nas extremidades e no meio por enrijecedores unidos nos seus extremos por conectores de madeira e parafusos.

- Os pilares são carregados axialmente à compressão. A ruptura pode resultar no esmagamento das fibras de madeira se a tensão máxima exceder Fc, a tensão máxima compressão admissível no sentido paralelo às fibras.

- A capacidade de carga de um pilar também é determinada pelo seu índice de esbeltez (L/d). À medida que o índice de esbeltez aumenta, o pilar pode ceder por flambagem.
- L/d < 50 para pilares maciços simples.
- L/d <80 para elementos individuais de um pilar vazado

A seguinte tabela deve ser usada somente para o dimensionamento preliminar de pilares de madeira maciça.

CARGAS AXIAIS ADMISSÍVEIS PARA PILARES DE MADEIRA MACIÇA (em libras)

Comprimento em pés	Tamanho nominal e resultante P/A*									
	4 x 4	P/A (psi)	4 x 6	P/A (psi)	6 x 6	P/A (psi)	6 x 8	P/A (psi)	8 x 8	P/A (psi)
8	5860	478	9210	478	35,760	1182	47,140	1182	116,285	2209
10	3750	306	5890	306	26,872	756	30,150	756	74,425	1414
12	2605	212	4095	212	15,880	525	20,942	525	51,686	982
14					11,665	386	15,380	386	37,975	721
16					8,935	295	11,776	295	29,071	552
18							9,308	233	22,972	436
20									18,606	353

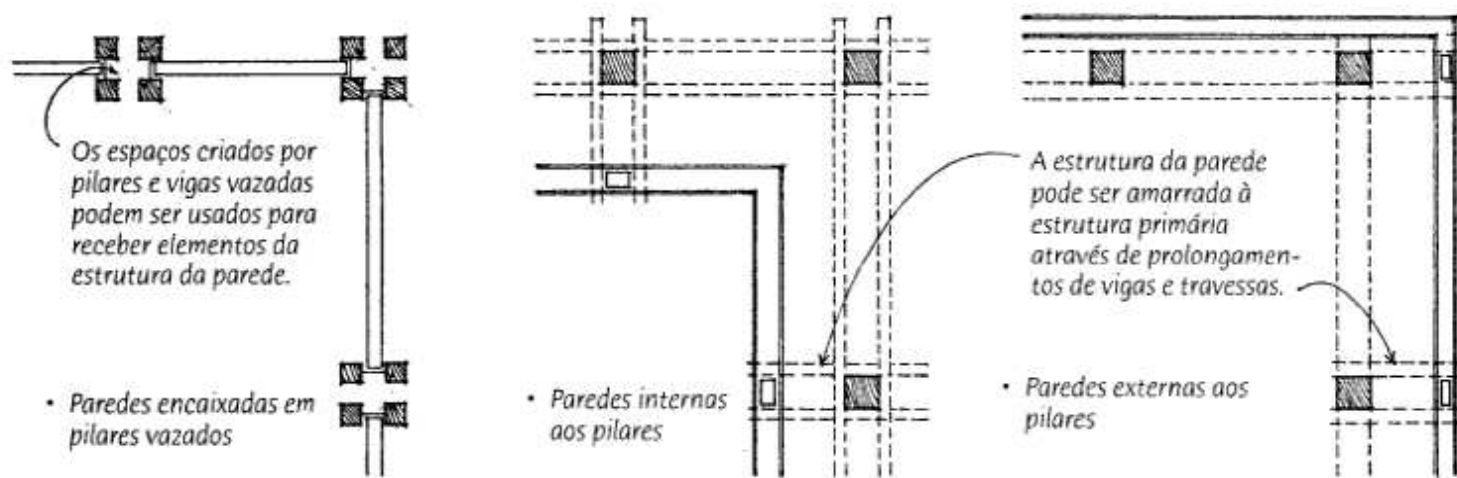
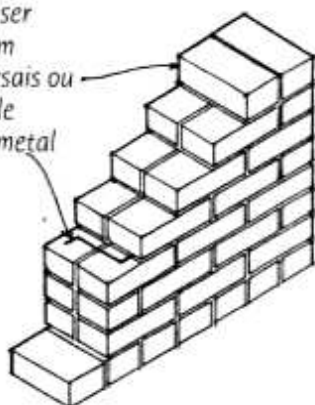
* A tabela acima considera o módulo de elasticidade (E) = 1,2 x 10^6 psi. P/A não deve exceder Fc, a tensão admissível à compreensão paralela à fibra da madeira utilizada.

Estrutura de pilar e viga

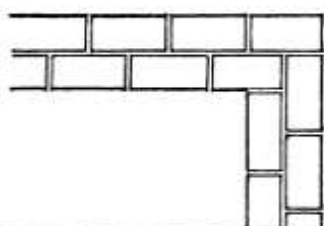
Estrutura de montantes de madeira com vários acabamentos; a estrutura pode ser vertical ou horizontal, dependendo dos requisitos do material de acabamento da parede.

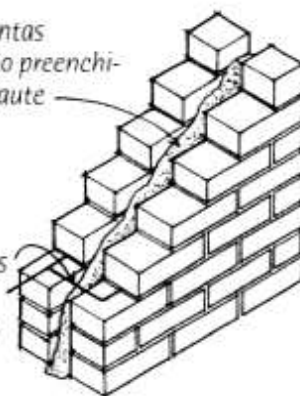
Painéis de parede compostos pré-fabricados

Painéis de porta e janela

O padrão criado pelos painéis de parede deve ser orientado segundo à malha estrutural de pilares e vigas. Os fatores adicionais a serem considerados são:

- *As conexões entre os painéis de parede e a estrutura devem ser capazes de transferir cargas permanentes de vento, e possivelmente, de contraventamento.*
- *As tolerâncias necessárias para a instalação dos painéis de parede devem ser levadas em consideração no detalhamento das juntas.*
- *O detalhamento das juntas também deve incluir um selo à prova d'água através de trespasses, de rufos, metal ou calafetação.*
- *Devem ser consideradas as tolerâncias necessárias para a movimentação da madeira exposta devido a mudanças no teor de umidade, e, quando unindo materiais diferentes, devido aos diferentes coeficientes de dilatação e retração térmica.*

RELAÇÕES DAS PAREDES COM A ESTRUTURA DE PILAR E VIGA

Blocos transversais em pelo menos 4% de área de face exposta, com espaçamento horizontal e vertical não menor que 24"

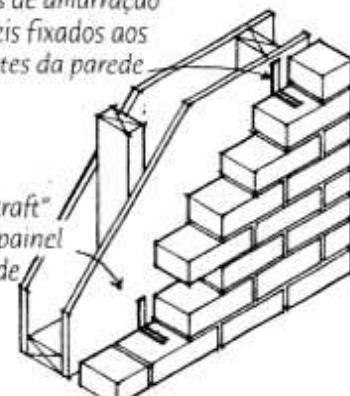
Grampos de amarração de metal podem ser usados para solidarizar a parede se estiver em conformidade com os requisitos de paredes duplas com cavidades.

• ALVENARIA MACIÇA

Paredes de alvenaria maciça podem ser de tijolos, blocos de concreto ou componentes maciços de concreto estruturais. As paredes adjacentes tanto nas paredes portantes como nas não portantes podem ser ligadas com blocos transversais ou grampos de amarração de metal. Para melhor resistência à penetração da chuva, prefere-se os grampos de amarração de metal aos blocos transversais, e também para permitir pequenos movimentos diferenciais entre as paredes.

Min. 3/4" para grauteamento em pequenas camadas

Min. de 3" para grauteamento em grandes camadas com grampos de amarração de metal, de formato retangular, espaçados não mais que 24" horizontalmente e 16" verticalmente

• ALVENARIA GRAUTEADA

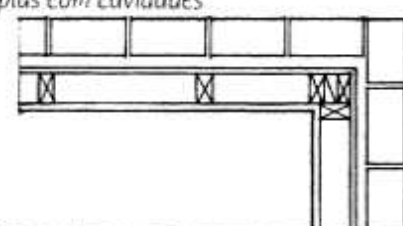
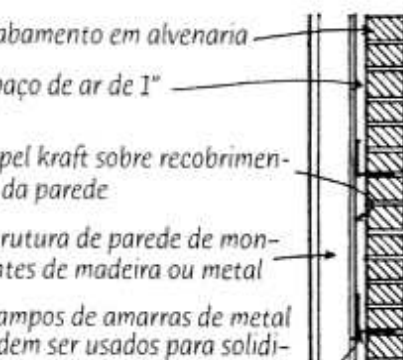
Paredes de alvenaria grauteadas consistem de tijolos ou blocos de concreto maciço nas quais as juntas internas são grauteadas à medida que o trabalho avança.

No grauteamento em pequenas camadas, a parede é grauteada em camadas não excedendo 8". No grauteamento em grandes camadas, o grauteamento é feito em camadas não excedendo 6'. O grauteamento em grandes camadas, portanto, exige um espaço mais largo para o grauteamento e grampos de amarração de metal rígidos para unir as duas paredes.

Acabamento em alvenaria

Espaço de ar de 1"

Papel kraft sobre recobrimento da parede

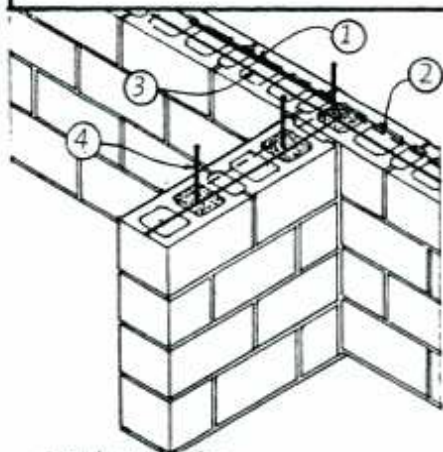
Estrutura de parede de montantes de madeira ou metal

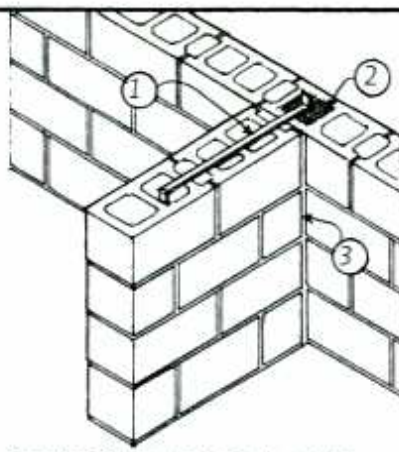
Grampos de amarras de metal podem ser usados para solidificar a parede se elas seguem os requisitos para paredes duplas com cavidades

• ALVENARIA DE ACABAMENTO

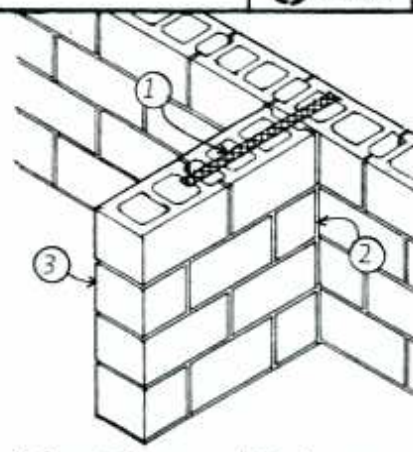
Na construção de alvenaria de acabamento, um único painel de alvenaria serve como barreira contra as intempéries e é ancorado (mas não cimentado) a uma estrutura.

Em construções residenciais, paredes de montantes de madeira ou metal são tipicamente acabadas com painéis de tijolo ou pedra.

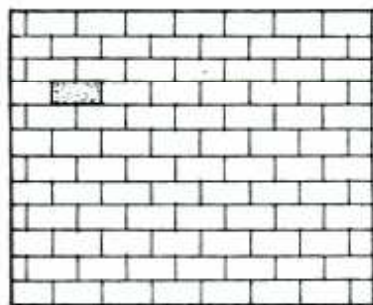
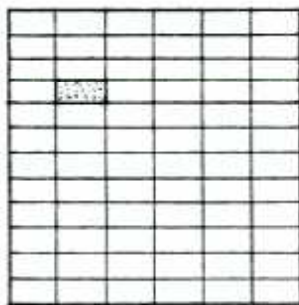
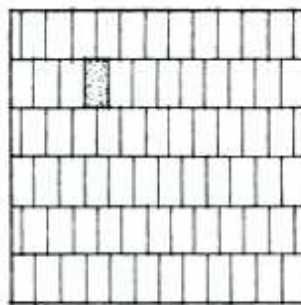
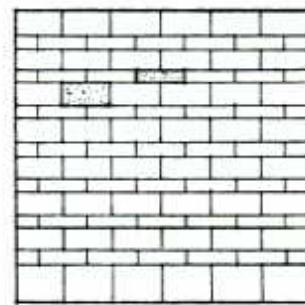
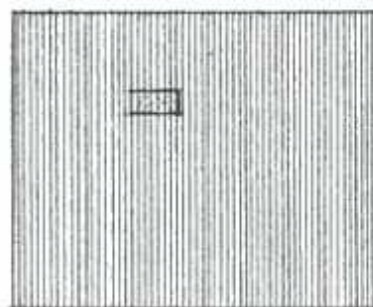
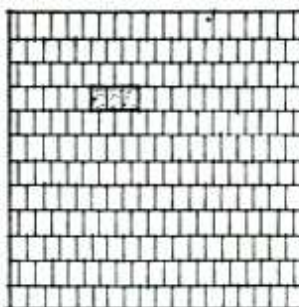
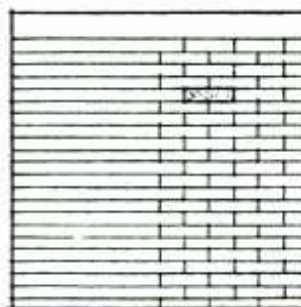
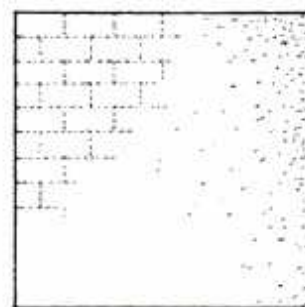
Os painéis de acabamento em alvenaria também podem ser usados como paredes-cortinas apoiados por estruturas de aço ou concreto.

Laje de conc. pré-moldado com recobrimento de conc.
Preencher as extremidades das células com graute
Separação de ligação
Junta de dilatação
Barras de aço de ligação imersas no graute
Armadura vertical
Placa de apoio em neoprene; apoio min. 3"
Montantes de cobertura ou barrotes de madeira
Placa de topo 2x c / parafusos para ancoragem de diâm. 1/2" a cada 4' entre eixos
Reforço horizontal para formar cinta de amarração
Graute de cimento
Reforço vertical
Barrotes de aço soldados à cantoneira de aço para apoio, que é aparafusada à parede
Lage de concreto estrutural e viga
Separação de ligação
Estes cortes de parede têm a finalidade de ilustrar como sistemas de pisos e cobertura se relacionam com os vários tipos de paredes de tijolo. Todos os pisos e coberturas que contribuem para a estabilidade lateral de uma parede de alvenaria devem ser fixados na parede a cada 4' entre eixos com ancoragens imersas no elemento estrutural reforçado e grauteado da parede.
• Para uma descrição dos tipos de paredes de alvenaria, ver 5.20 / 5.21.
• Para sistemas de pisos, ver capítulo 4.
• Para sistemas de cobertura, ver capítulo 6.
Barrotes de piso de madeira
Apoio de barrote
Apoio externo aparafusado à parede
Barrotes de piso de madeira
Tiras de ancoragem de metal a cada 4' entre eixos
Enrijecedor
Apoio externo 4x6 aparafusado à parede
Viga de amarração
Laje de concreto pré-moldada com recobrimento de concreto apoio min. 3"
Preencher as extremidades das células com graute
Barras de aço no recobrimento ou áreas grauteadas para amarrar a laje à parede
Tira de apoio em neoprene
Viga de armar-ração
Projeção total max. = 1/4 da espessura da parede
Fiada superior de tijolos
Projeção max. 1" a cada fiada
Mísolas são permitidas somente em paredes maciças com pelo menos 12" de espessura.
Barrotes de piso em madeira
Apoio de barrote
Apoio externo aparafusado à parede 4x
Barras de aço de ligação sobrepassam a armadura vertical 24" para amarrar a parede à fundação de concreto
PAREDE MACIÇA
ALVENARIA ARMADA
ALVENARIA ARMADA

Paredes Armadas

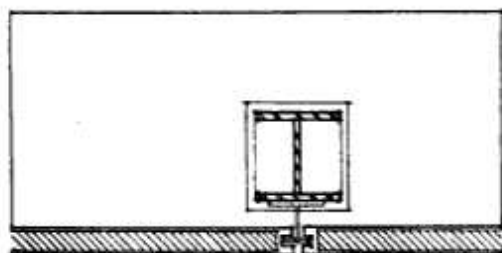
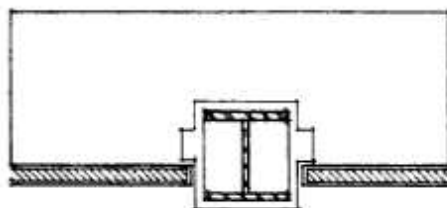
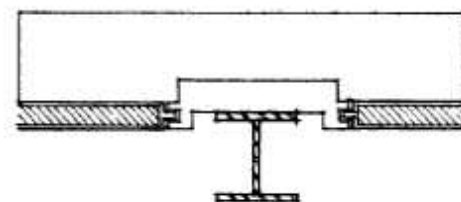
1. Trespassar barras de emenda de 40 diâm. ou 24"
2. Vire uma barra sim, outra não, na direção oposta
3. Armadura horizontal na junta ou em viga de amarração
4. Armadura vertical em células completamente grauteadas

Paredes Portantes Não-Armadas

1. Tira de metal de $1\frac{1}{2}$" x $\frac{1}{4}$" x 30" com extremidades viradas para cima 2"; espaçar verticalmente a cada 4' entre eixos no máximo
2. Placa de metal para suportar o grauteamento na célula acima
3. Junta de controle

3. Parede Portante e Não-Portante

1. Placa de metal a cada 16" entre eixos verticalmente
2. Junta de controle
3. Parede não-portante

INTERSEÇÕES DE PAREDES

Assentamento Corrido

Assentamento alinhado
Exige reforço da junta horizontal a cada 16" entre eixos verticalmente

Assentamento corrido

Assentamento de cantaria alternando fiadas de blocos de 4" com fiadas de blocos de 8"

Bloco com textura superficial nervurada
Ao utilizar blocos com textura nervurada ou rugosa, a cor da argamassa deve corresponder à cor do bloco

Bloco com textura superficial rugosa

Tijolo de concreto

Estuque sobre bloco .

PADRÕES DE ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE CONCRETO

- Para juntas de argamassa, ver 5.29
- Para descrição dos componentes de alvenaria de concreto, ver 12.7

Pilar atrás da parede

Pilar no plano da parede

Pilar na frente da parede

Estes diagramas ilustram as três relações básicas de pilar e parede. O detalhe específico em cada caso deve incorporar, além do suporte estrutural dos painéis de parede, o seguinte:

- proteção contra a umidade
- proteção contra deslocamentos de ar
- isolamento térmico e acústico
- grau exigido de resistência ao fogo

Para considerar as discrepâncias entre as dimensões dos painéis de parede e a estrutura, os dispositivos de ancoragem devem permitir ajustes nas três dimensões. Calços e furos em fenda são, normalmente, usados para esta finalidade.

Depois que os ajustes finais são feitos, as conexões podem ser permanentemente fixadas por soldagem.

DISPOSITIVOS DE ANCORAGEM

- Ts estruturais e consoles aparafusados ou soldados à mesa do pilar
- Conector cantoneira calçado e aparafusado ou soldado à mesa da viga de contorno

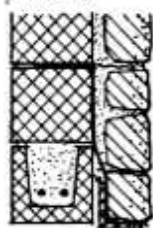
Parafuso vertical soldado a uma cantoneira

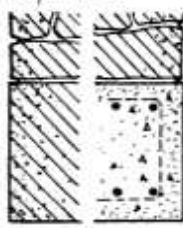
Placa soldada

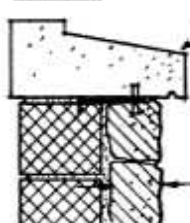
Uma fenda em formato de cunha recebe o macho em formato de cunha que fornece tanto o ajuste vertical como uma conexão efetiva.

A laje de concreto pode ser cortada para expor a mesa da viga de contorno ou ter uma cantoneira de aço fundida na sua borda.

Um apoio horizontal pode ser suspenso da viga de contorno.

Parede de pedra com parede de alvenaria posterior

Cantoneira de aço com bloco canaleta de concreto ou verga de concreto pré-moldado

Parede de pedra irregular de dupla face

Verga de pedra ou concreto armado

VERGAS

O parapeito pode ser de pedra talhada ou moldada em concreto

Espessura min. 4"

PARAPEITO

Detalhes de paredes de alvenaria de pedra para:

- apoios de fundação
- conexões aos sistemas de piso e cobertura
- travamento lateral
- controle de penetração de umidade com rufos de metal

são semelhantes àqueles para alvenaria cerâmica e concreto. Ver 5.26 - 5.27 e 5.30. Porém, haverá diferenças resultantes da desigualdade das fiadas de alvenaria de pedra de cantaria, das formas e tamanho das pedras irregulares, e da variação de propriedades físicas dos diferentes tipos de pedras que podem ser usados na execução de uma parede. Ver 12.14.

Montantes ou barrotes de madeira

Peça de topo tratada, nivelada com grauteamento e fixada à parede com parafusos para ancoragem de 1/2" de diâm.

Barrotes de piso de madeira apoio min. 3"

Tiras de ancoragem a cada 4°. barrote (max. 4' entre eixos) inseridas na junta horizontal.

Pedra plana para apoio

Espessura min. 16"

Incline as pedras para escorrer a água

Junta de dilatação 1/2"

Juntas de 1/2" a 1 1/2", execute as juntas rebaixadas em relação à face da parede

Laje de concreto apoiada sobre o solo

Alvenaria de pedra pode ser assentada sobre uma parede de fundação de concreto ou continuar até uma sapata de concreto.

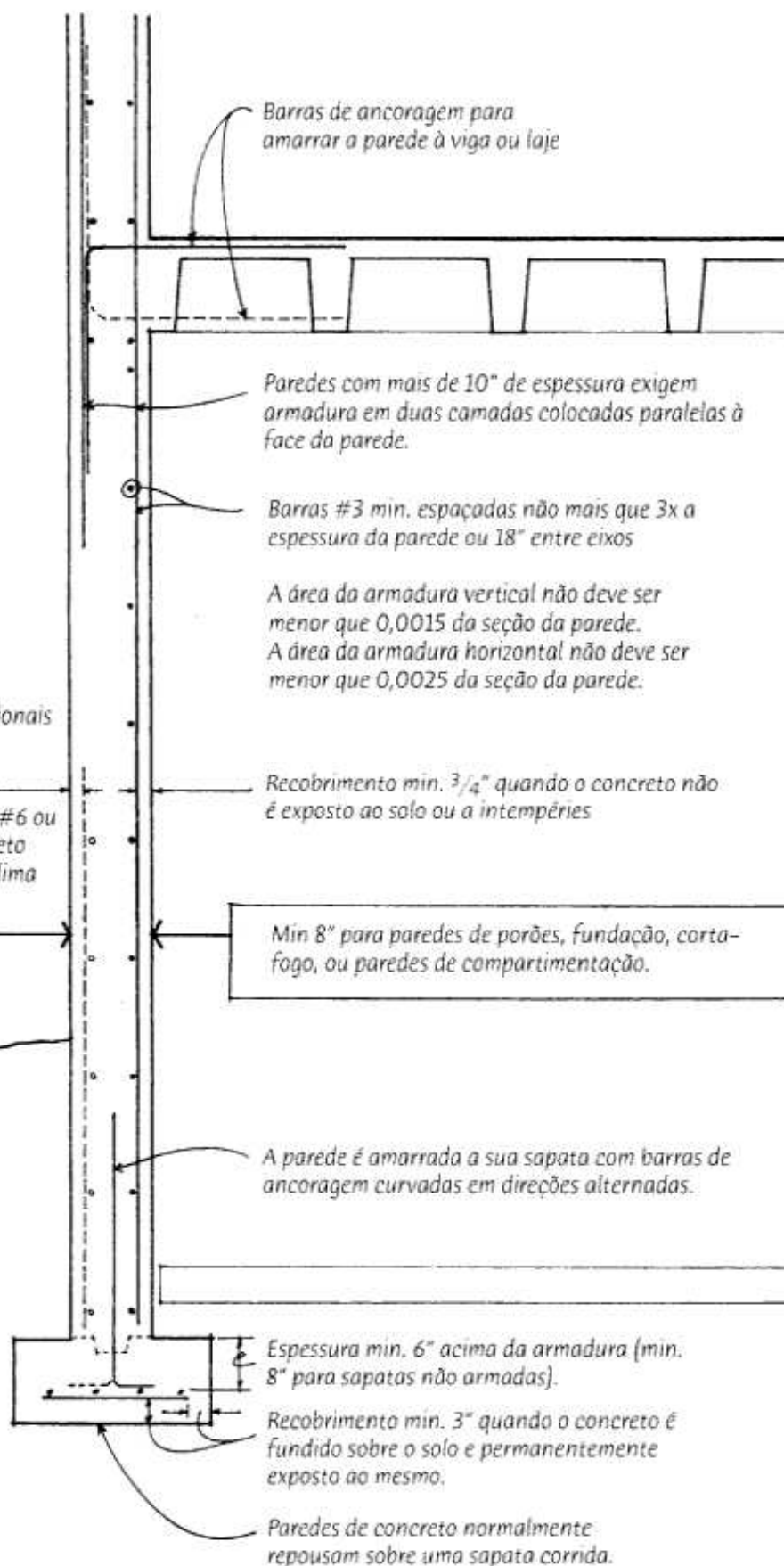
EXEMPLO DE UM CORTE DE PAREDE DE DUPLA FACE DE PEDRA IRREGULAR

Este tipo de parede é limitado à uma altura de três andares.

BASE DO PILAR

CONEXÃO DO PILAR

SAPATA

* O tamanho, espaçamento e localização da armadura deve ser determinado pelo cálculo feito por um engenheiro de estruturas qualificado.

- A estrutura da cobertura deve ser projetada para suportar:
  - Cargas permanentes: estrutura da cobertura, painéis, isolamento, material de cobertura, e qualquer equipamento localizado no topo ou suspenso da cobertura
  - Cargas acidentais: chuva acumulada, neve e gelo (climas frios) e tráfego, se for o caso
  - Cargas de vento: pressão ou sucção devidas ao vento. (Ver 1.14)

- O tipo de material exigido para inclinação da cobertura:
  - "shingles", telhas, chapas metálicas ou membrana. (Ver capítulo 8)

- O grau de proteção necessário contra:
  - A água da superfície proveniente do exterior
  - Difusão do vapor d'água proveniente do interior
  - Fluxo da umidade do ar
  - Fluxo de calor e radiação solar

- O padrão de escoamento na cobertura determina:
  - A localização dos drenos da cobertura, calhas e condutores verticais. (Ver 8.14)

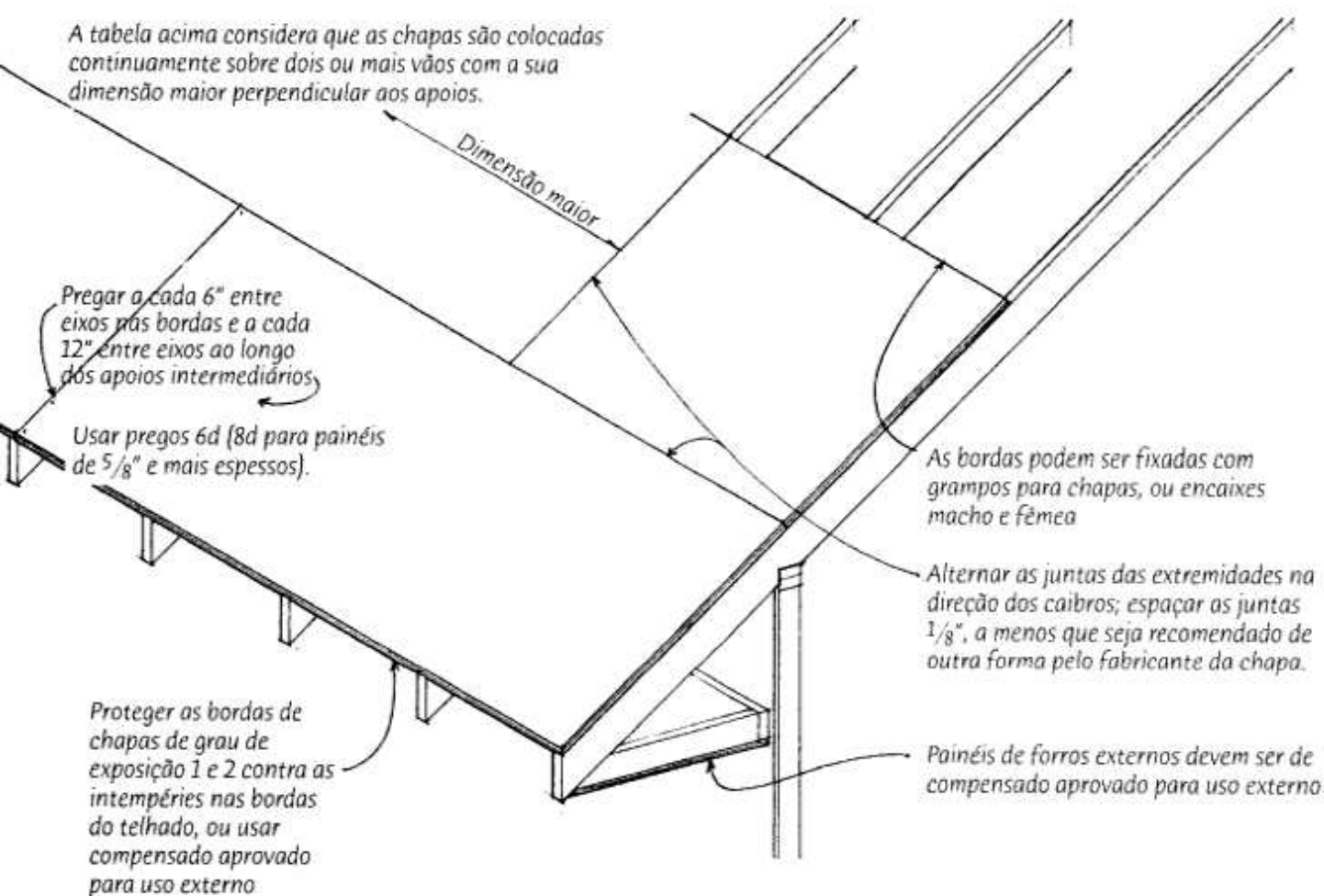
- Os requisitos para o uso de rufos de metal: (Ver 8.15-8.18)
  - Ao longo das cumeeiras, espigões e rincões
  - Ao longo de beirais, empenas e interseções com superfícies verticais
  - Em volta das aberturas do telhado

- O efeito do padrão de sustentação da cobertura sobre os espaços internos:
  - Apoios pontuais ou lineares (pilares ou paredes portantes)
  - Comprimento dos vãos do telhado
  - Tamanhos e proporções dos elementos estruturais
  - A forma da cobertura, se o seu lado inferior estiver exposto
  - Os tipos de forros que podem ser suportados.

- O efeito da forma da cobertura sobre a edificação:
  - Formas de coberturas planas ou inclinadas
  - Formas simples ou múltiplas
  - Condições da borda da cobertura
    - Oculta por uma platibanda
    - Exposta e rente aos planos da parede ou projetando-se em beiral além desses planos.

Vão
Vão
Amarração (travessas de forro)
Terça
Peça de cumeeira
Caibros comuns
Amarração (barrotes de piso)
Vigas ou paredes portantes
TELHADO HOLANDÊS
Caibro secundário
Caibro de rincão
Peça de cumeeira
Caibro comum
Caibro de espigão
Caibro secundário
TELHADO DE VÁRIAS ÁGUAS
Vão de barrote da cobertura
Barrote de cobertura
Barrote duplo
Caibro projetado em beiral
Caibro-mestre
COBERTURA PLANA
Cumeeira
Rincão
Água-furtada
Meia-água
Oitão
Empena
Beiral
Forro externo
Cumeeira
Espigão
Rincão
Beiral
TERMINOLOGIA DE TELHADOS

CHAPA DE COBERTURA				
Índice de identificação da chapa	Espessura da chapa (pol.)	Vão máximo (pol.)		Carga acidental total (lbs/S.F.)
		C/ suporte de borda	S/ suporte de borda	
12/0	5/16	12		150
16/0	5/16, 3/8	16		75
20/0	5/16, 3/8	20		65
24/0	3/8	24	16	50
24/0	1/2	24	24	50
32/16	1/2, 5/8	32	28	40
40/20	5/8, 3/4, 7/8	40	32	35
48/24	3/4, 7/8	48	36	35

A classificação de uma chapa quanto ao vão pode ser determinada pela sua marca de identificação na própria chapa**.

O recobrimento sobre caibros de madeira geralmente consiste de chapas de compensado graduados quanto ao desempenho ou chapas sem lâmina de acabamento. Essas chapas podem ser compensados graduados para uso externo, ou painéis Exposição 1 (cola externa) ou Exposição 2 (cola intermediária)*.

O recobrimento com chapas melhora a rigidez da estrutura da cobertura e fornece uma base sólida para a aplicação de vários materiais de cobertura. Os requisitos relativos às chapas e escoramento devem estar de acordo com as recomendações do fabricante do material.

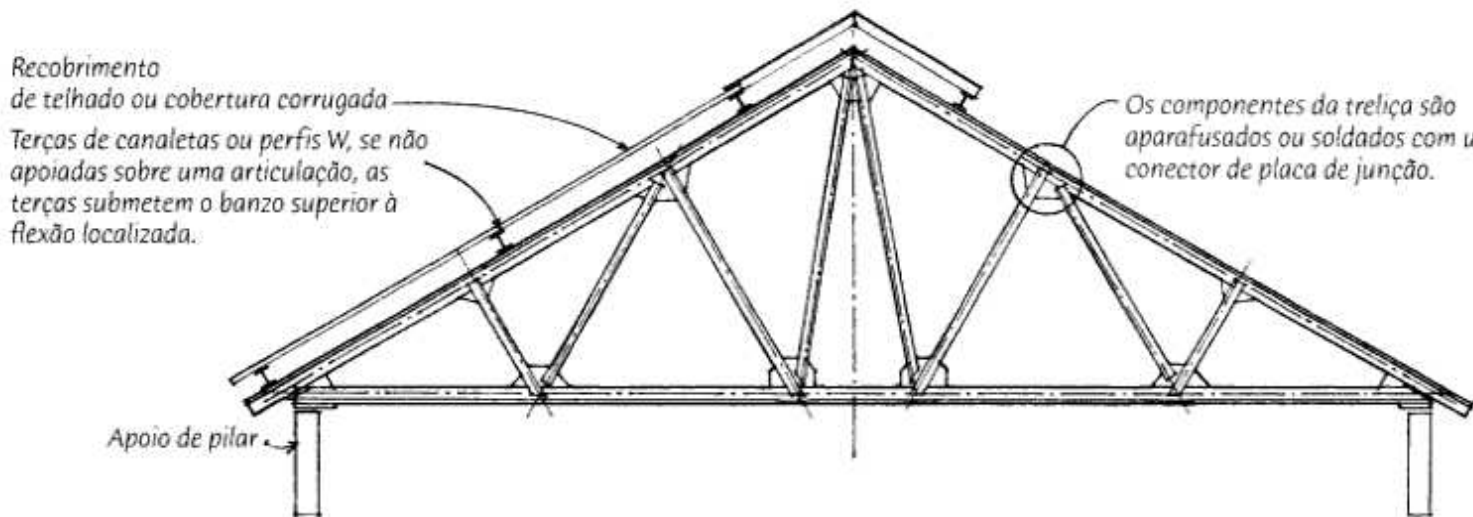
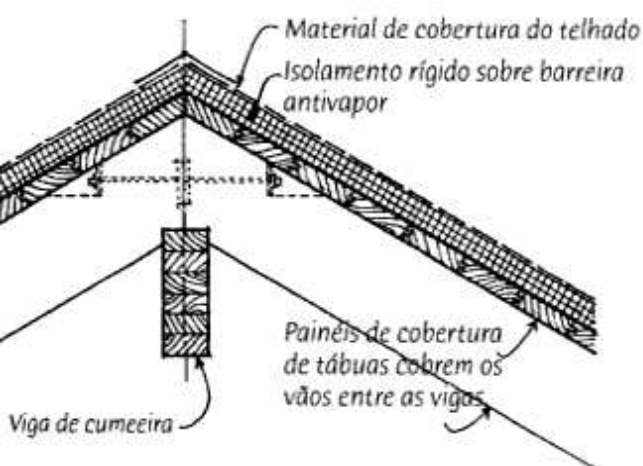
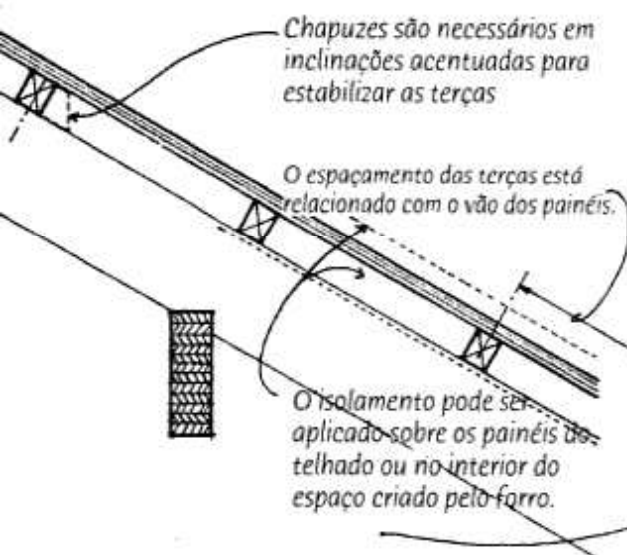
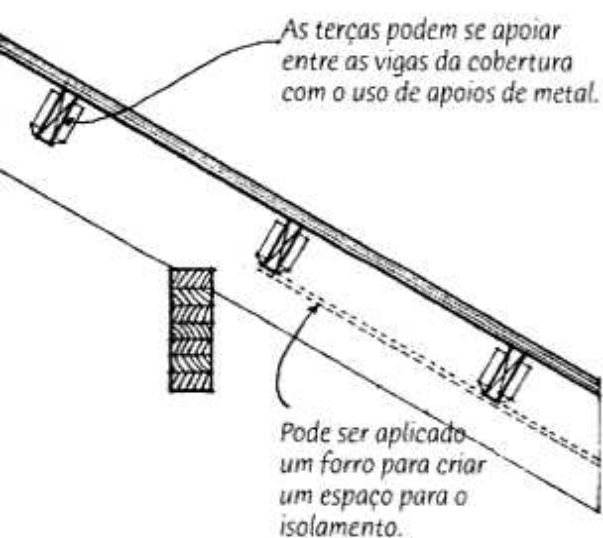
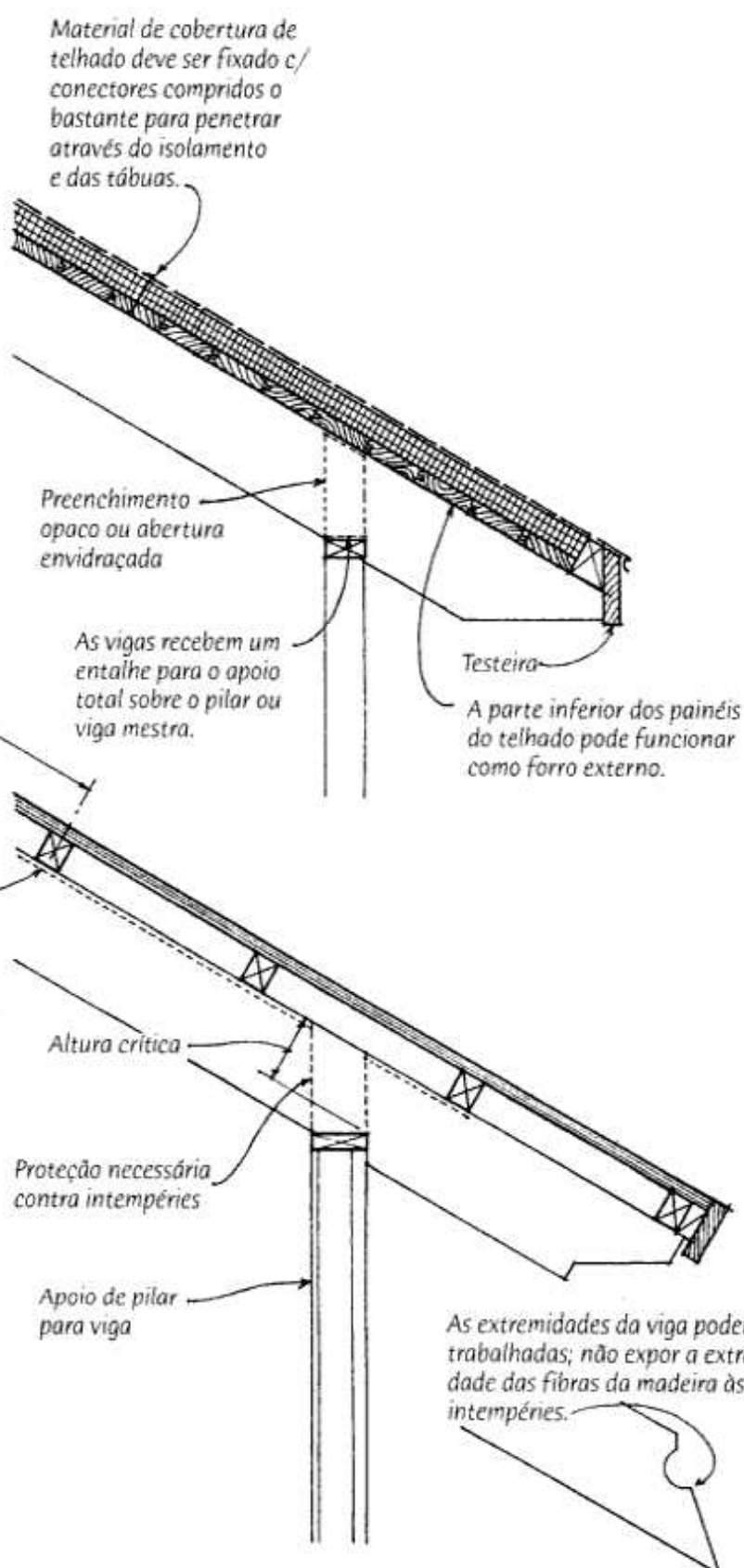
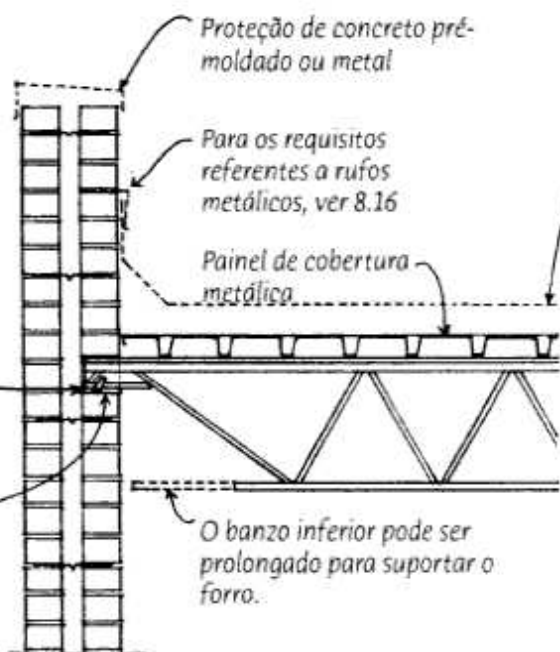
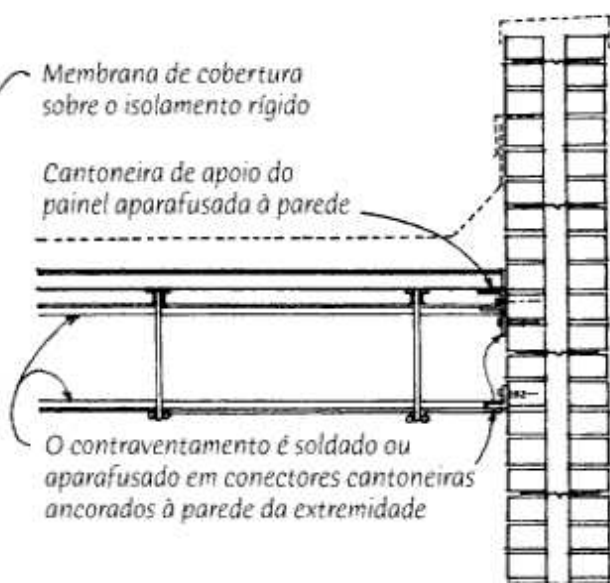
Em climas úmidos, não sujeitos a nevoeiro, painéis espaçados de pranchas 1 x 4 ou 1 x 6 podem ser usados com "shingle". Ver 8.8 - 8.9.

*N. de R.T.: Graduação utilizada nos EUA.

**N. de R.T.: Válida para produtos americanos.

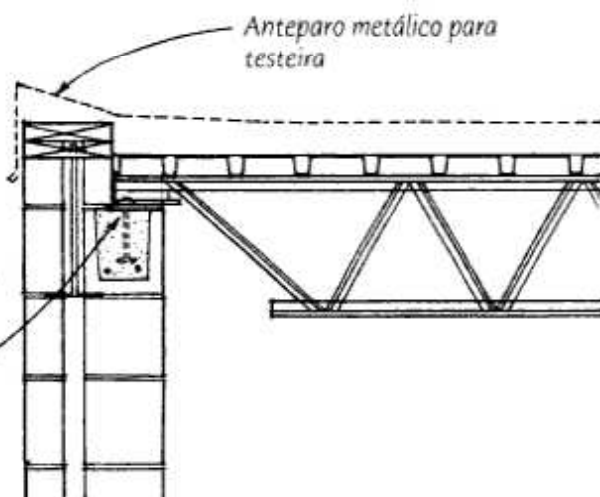
Ilustramos aqui uma treliça belga. Ver 6.16 - 6.17, para outras configurações de treliças. Geralmente, é melhor usar tipos de treliça nos quais as diagonais mais longas são submetidas à tração.

Treliças planas de telhado podem ser fabricadas com perfis de cantoneira ou Ts de aço estrutural. Devido à esbeltez dos componentes, as conexões geralmente exigem o uso de placas de conexão.

TRELIÇAS PLANAS DE AÇO

CORTE DE COBERTURA NA CUMEEIRA

CORTE DA COBERTURA

CORTE DE COBERTURA

Anteparo metálico para testeira

Sem uma platibanda, ancorar cada viga da cobertura c/2 parafusos de ancoragem de 1/2" de diâmetro; para vigas de vãos longos usar 2 parafusos de ancoragem de 3/4" de diâmetro

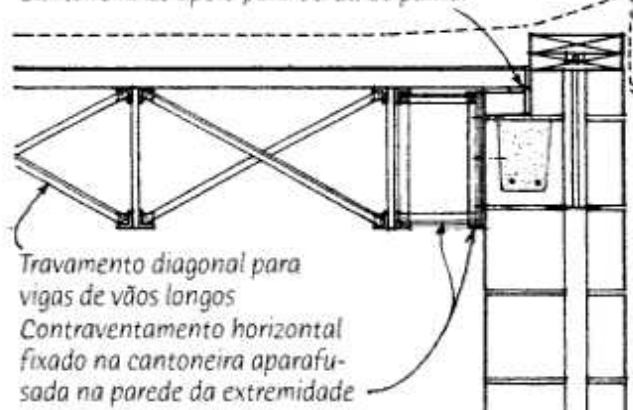
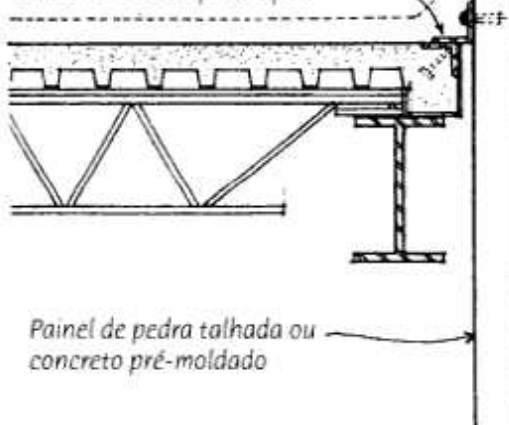
Cantoneira de apoio para borda do painel

Travamento diagonal para vigas de vãos longos

Contraventamento horizontal fixado na cantoneira aparafusada na parede da extremidade

BORDA RENTE: PAREDE PORTANTE

PAREDE DA EXTREMIDADE

Nos apoios de aço, usar parafusos de 1/2" de diâm. ou 2 filetes de solda 1/8" com 1" de comprimento (para vigas de vãos longos, usar 2 parafusos de 3/4" de diâm. ou 2 filetes de solda 1/4" com 2" de comprimento)

Apoio min. 2 1/2" (min. 4" para vigas de vãos longos)

Cantoneiras de aço de apoio

Painel de pedra talhada ou concreto pré-moldado

ESTRUTURA DE AÇO

PAREDE COM PLATIBANDA

Com almofadas

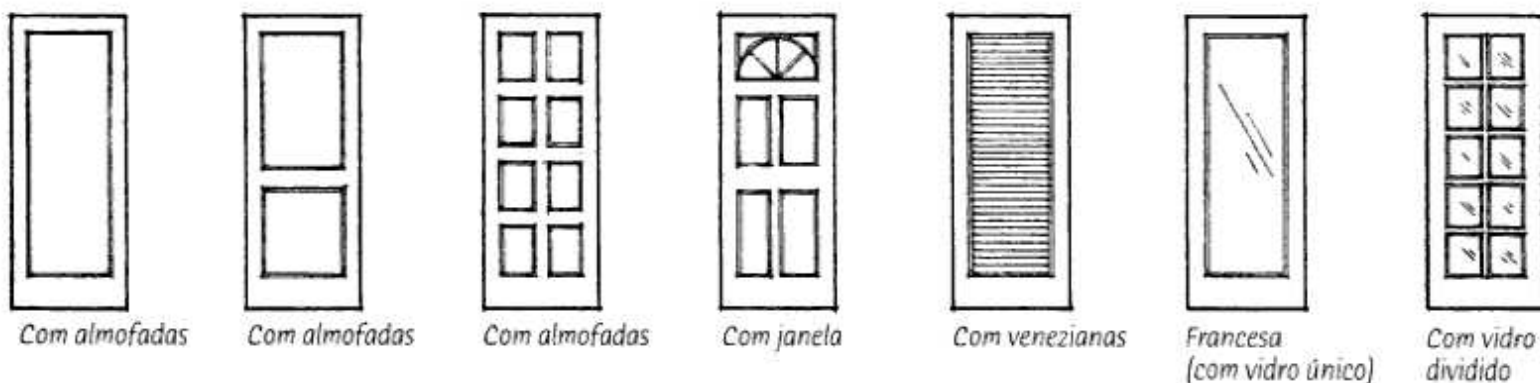
Com almofadas

Com almofadas

Com janela

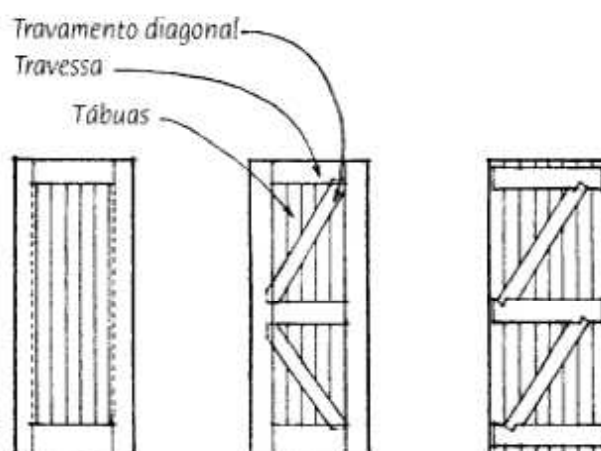
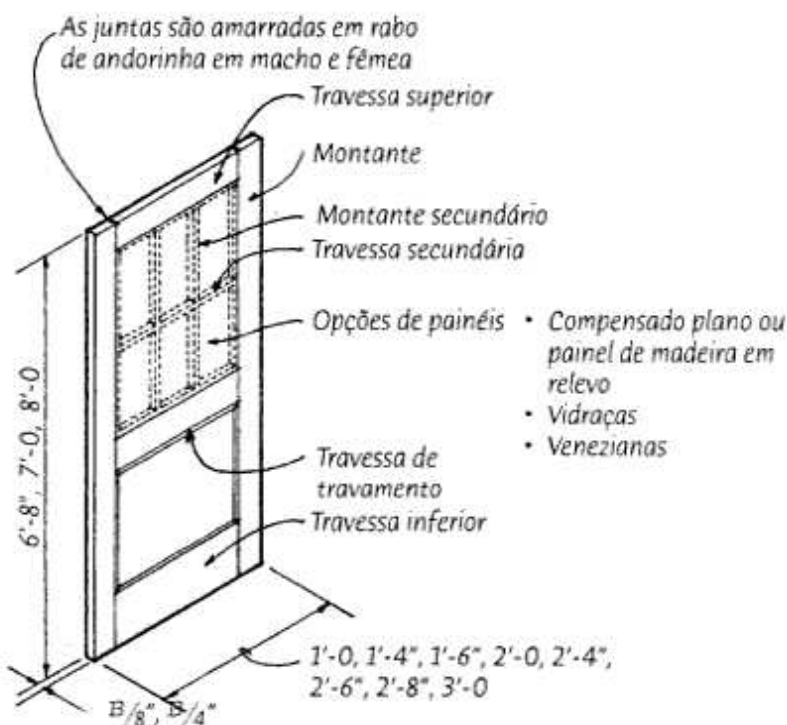
Com venezianas

Francesa
(com vidro único)

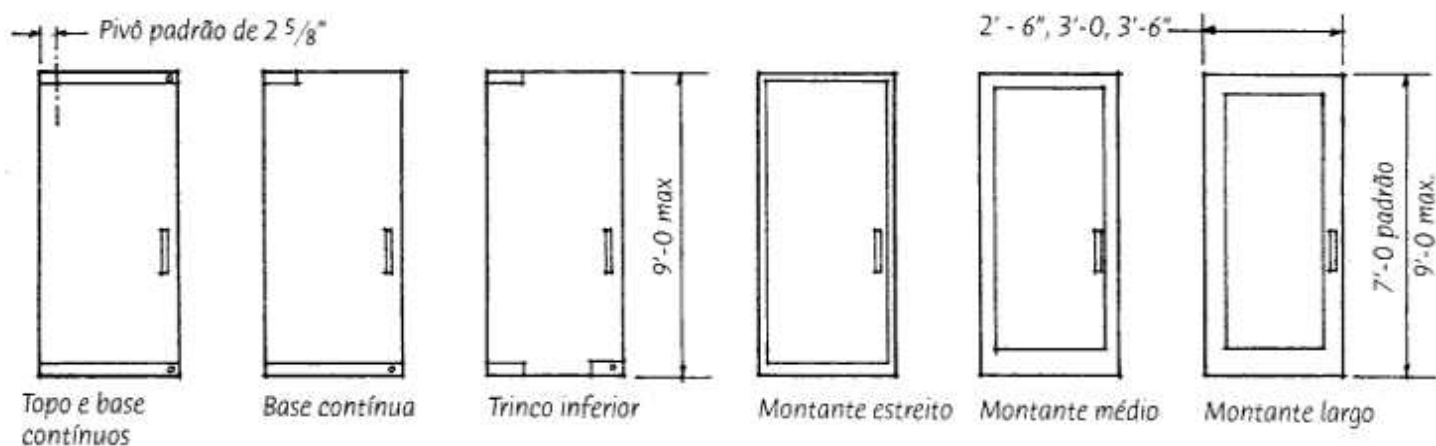
Com vidro
dividido

Os painéis de porta consistem de uma estrutura de elementos verticais (montantes) e horizontais (travessas) que sustentam painéis de madeira maciça ou compensada, aberturas de vidro ou venezianas. Os montantes e travessas podem ser de madeira maciça ou de madeira compensada.

CLASSIFICAÇÕES E ACABAMENTOS

- Classificação Premium (selecionada): para acabamentos naturais claros ou envernizados
- Classificação Padrão: somente para acabamentos com pintura

Travamento diagonal
Travessa
Tábuas

Portas de travessas e tábuas (mexicana)

Portas de travessas e tábuas consistem de tábuas verticais pregadas nas extremidades a travessas. O travamento diagonal é encaixado entre as travessas e pregado.

- Usadas primariamente por razões de economia em construção rústica
- Geralmente fabricadas no local
- Para vedação às intempéries, é recomendado que as tábuas tenham encaixe macho e fêmea.
- Sujeitas à dilatação e contração com as mudanças do teor de umidade.

PORTAS SEM BATENTE

PORTAS COM BATENTE

- Consultar o código de obra local quanto aos requisitos de segurança.
- Consultar o fabricante sobre tamanhos opções de envidraçamento e requisitos de enquadramento.
- Portas sem batente não oferecem uma vedação eficiente.

Batente de bandeira ou batente superior

Consultar o fabricante para o reforço necessário no batente da bandeira e no batente da porta

Batente de porta com vedante para as intempéries

Vidro temperado de 1/2" ou 3/4" nas colorações transparente, cinza ou bronze

A porta pode ser deslocada para abrir em uma única direção ou ser livre no centro para operação dupla

Ver 7.12 para os detalhes relacionados

Espaço livre de 3/16"

Vedação da porta

Vedação da porta

PORTAS & JANELAS

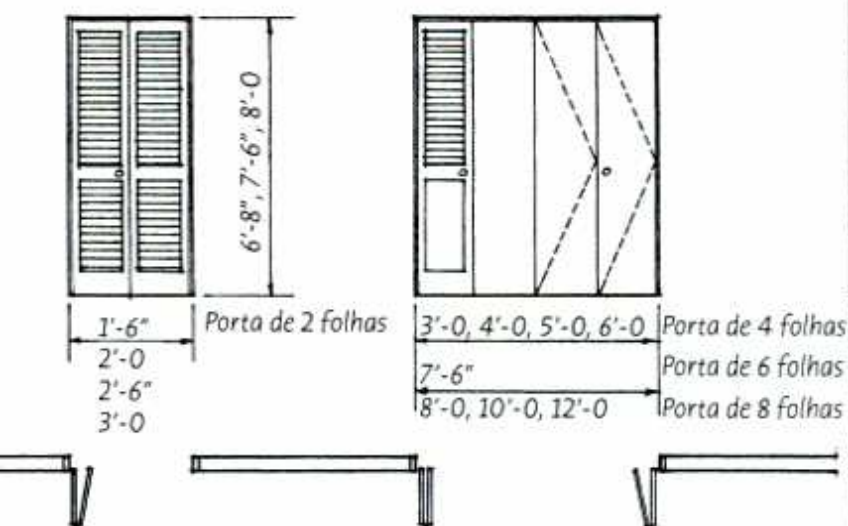
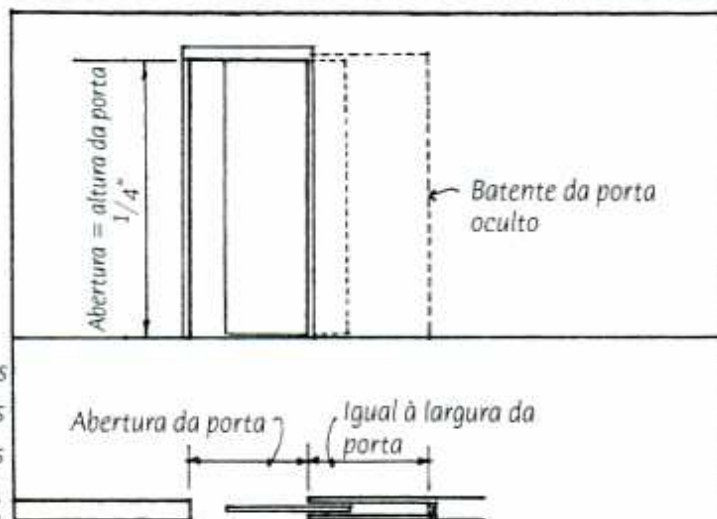
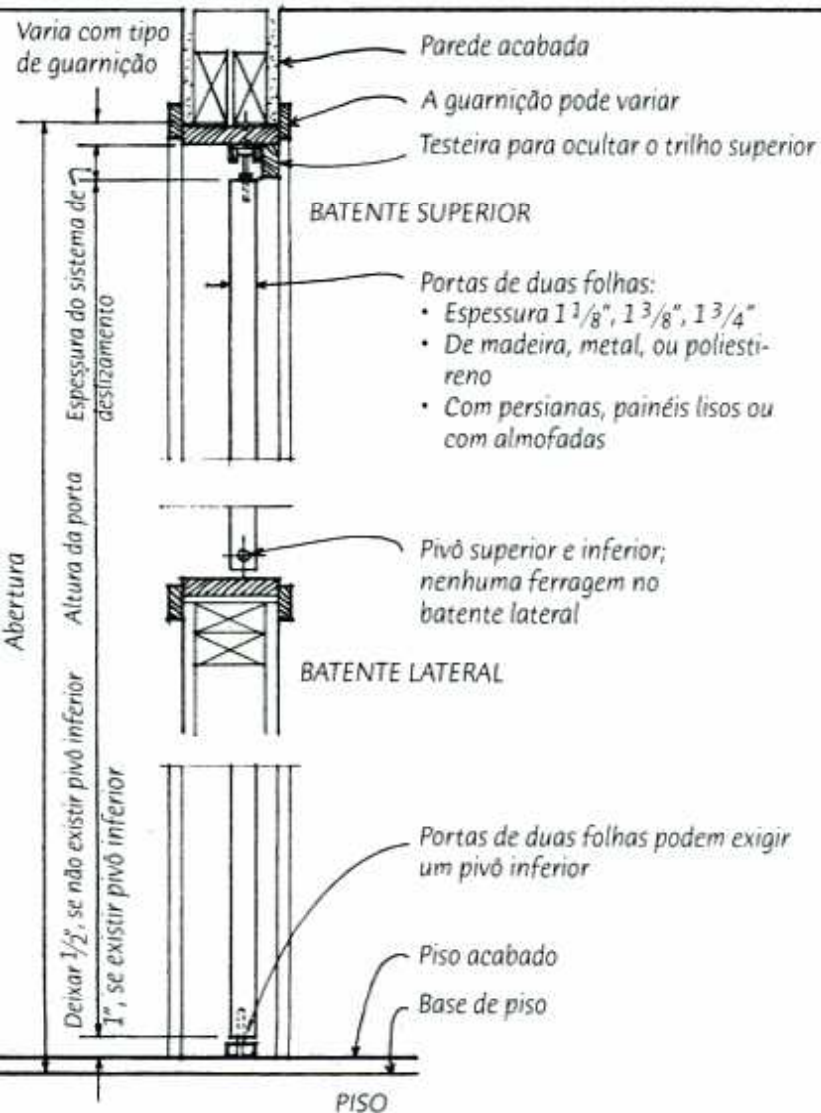
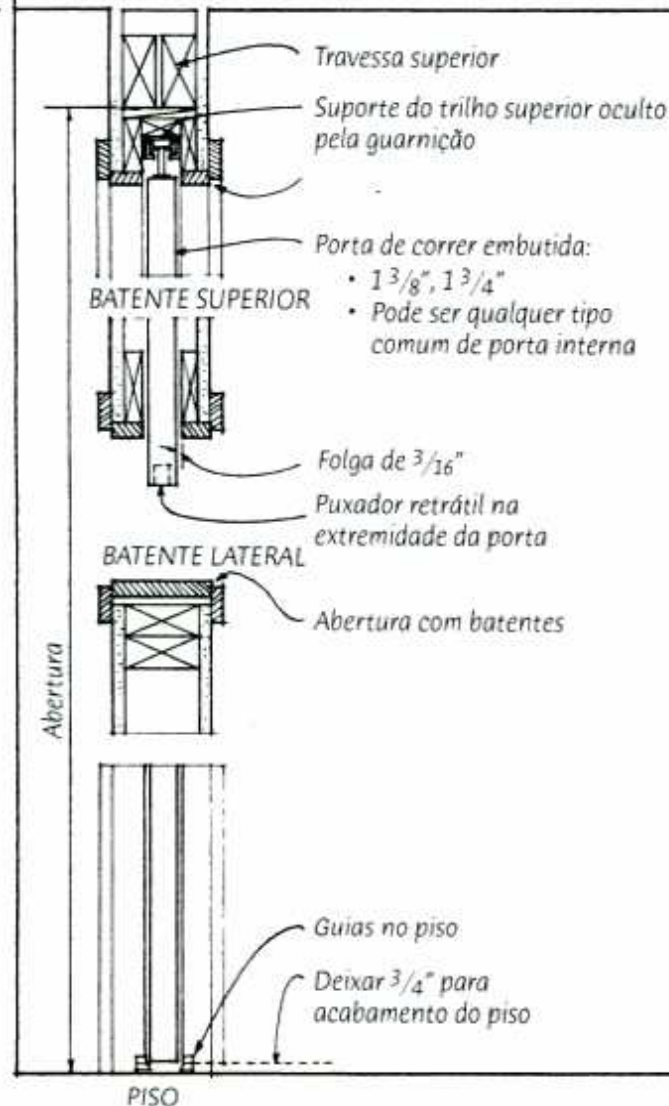
7

As portas possibilitam o acesso ao interior e passagem entre os espaços internos de uma edificação. As portas externas devem assegurar vedação contra as intempéries quando fechadas e manter aproximadamente o mesmo isolamento das paredes externas da edificação. Ao mesmo tempo, as entradas devem ser largas o suficiente para que as pessoas possam se mover através delas facilmente, e devem permitir a movimentação de mobiliário e equipamentos. A facilidade de operação, requisitos de privacidade e segurança e quaisquer necessidades de iluminação, ventilação e vistas também devem ser considerados no desempenho de uma porta.

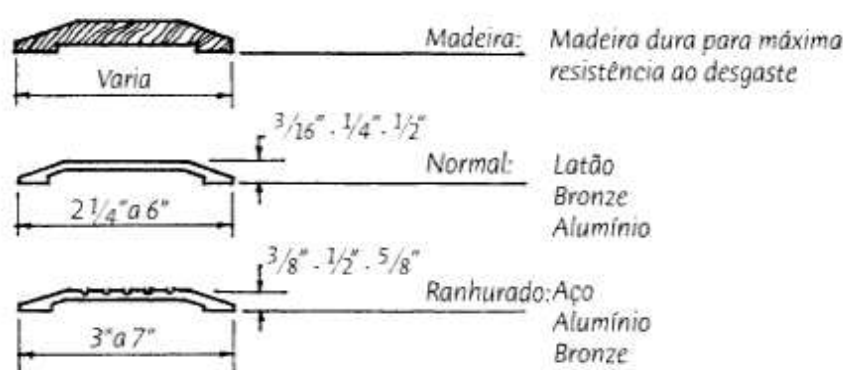
As portas internas possibilitam passagem, privacidade visual e controle acústico entre os espaços internos. Portas em closets e depósitos destinam-se primariamente ao isolamento visual, embora a ventilação também possa ser um requisito.

Existem muitos tipos e tamanhos de janelas e a sua escolha afeta não apenas a aparência física de uma edificação, mas também a iluminação natural, ventilação, vistas potenciais e qualidade espacial do interior. As janelas também devem assegurar vedação contra as intempéries quando fechadas, ter capacidade de isolamento e evitar a formação de condensação nas superfícies internas.

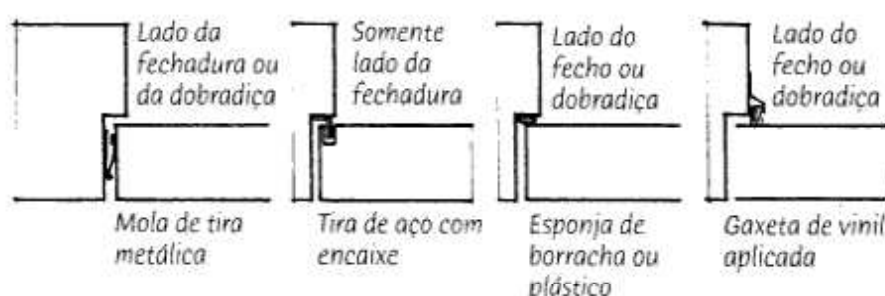
Uma vez que os componentes de portas e janelas são normalmente de fabricação industrial, podem ter tamanhos padronizados e correspondentes requisitos de tamanhos para as suas aberturas. O tamanho e localização de portas e janelas devem ser cuidadosamente planejados de modo que aberturas com vergas de tamanho apropriado possam ser feitas nos sistemas de paredes da edificação.

Ponto de vista externo, portas e janelas são elementos importantes na composição das fachadas de uma edificação. A maneira como elas quebram a superfície de parede afeta a massa, a carga visual, a escala e a articulação da forma da edificação.

Estão ilustradas condições genéricas para execução em batente de madeira. Detalhes para portas e batentes ocos de metal são similares. Consultar o fabricante do material sobre os detalhes de instalação.

Os vedantes de soleiras ocupam as juntas entre os materiais de piso nas passagens de portas e servem como barreira contra as intempéries nas soleiras externas.

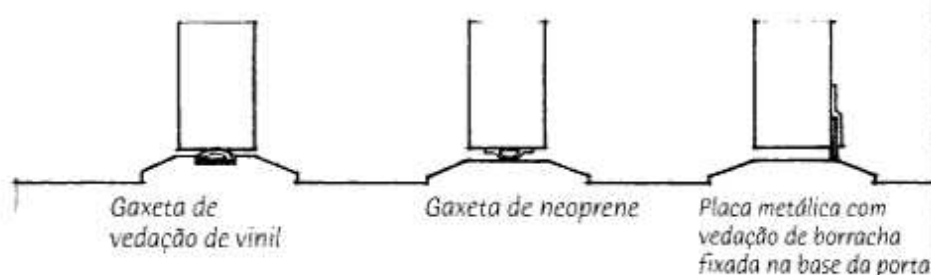
- Os vedantes de soleiras têm faces inferiores côncavas para se ajustar melhor ao piso ou à soleira.
- Quando instalados em soleiras externas, é usado um selante de junta para uma vedação firme.
- Vedantes de soleiras de metal podem ser fundidos ou cobertos com material abrasivo para fornecer uma superfície não escorregadia.

A proteção contra intempéries das portas externas, reduz a infiltração de ar e a resultante perda de aquecimento e resfriamento. Ela também evita que o pó e a chuva soprados pelo vento penetrem no interior de uma edificação.

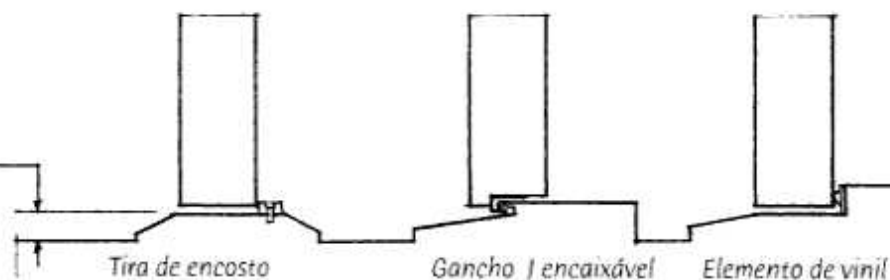
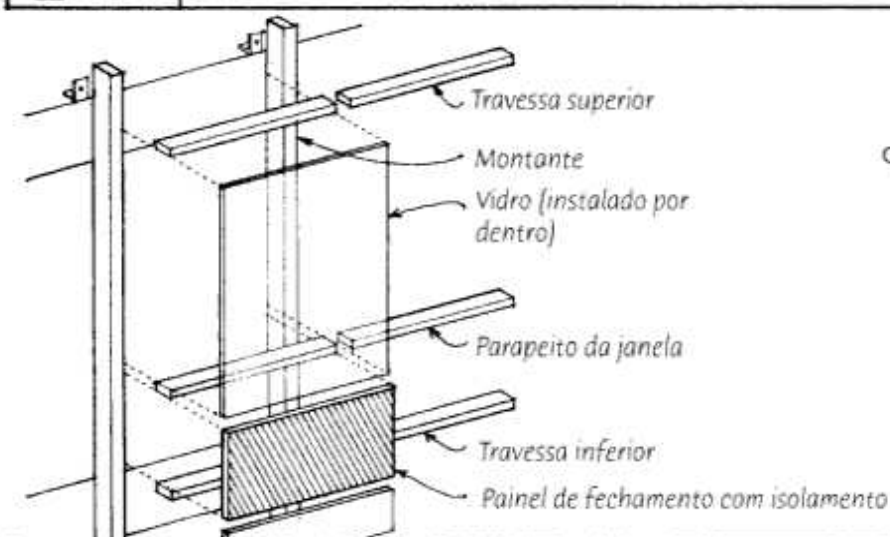
- A proteção contra intempéries pode ser fixada à borda ou face da porta ou ao batente e vedantes da soleira.
- O material de proteção contra intempéries deve ser resitente ao uso prolongado, não corrosivo e substituível.
- Tipos básicos de proteção contra intempéries incluem:
  - Tira de metal tensionado com mola de alumínio, bronze, aço inoxidável ou galvanizado
  - Gaxetas de vinil ou neoprene
  - Tiras de esponja de plástico ou borracha
  - Fitas espessas tecidas
- A proteção contra intempéries freqüentemente é fornecida pelo fabricante de:
  - Portas de correr de vidro
  - Portas de entrada de vidro
  - Portas giratórias
  - Portas de garagem e basculantes

Lado da fechadura ou da dobradiça — Mola de tira metálica
Somente lado da fechadura — Tira de aço com encaixe
Lado do fecho ou dobradiça — Esponja de borracha ou plástico
Lado do fecho ou dobradiça — Gaxeta de vinil aplicada

BATENTES DE PORTA COM TIRAS DE PROTEÇÃO CONTRA AS INTEMPÉRIES (Batentes superiores similares)

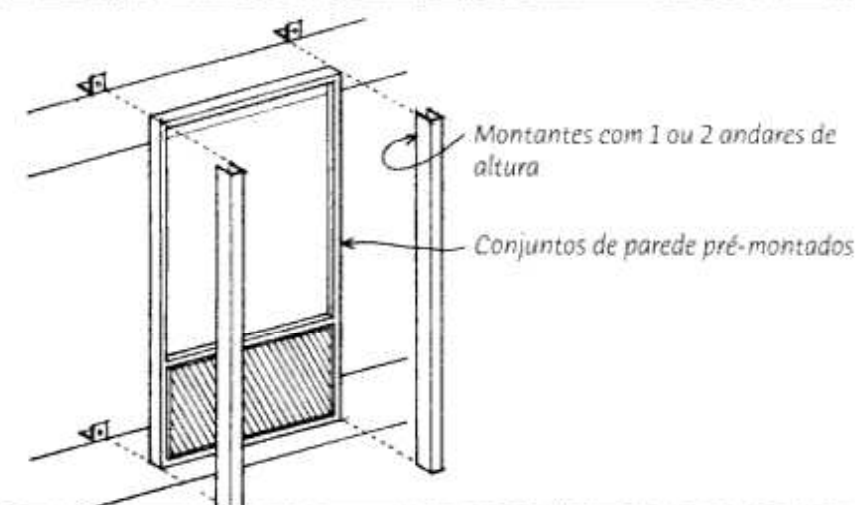
Mola de tira metálica
Neoprene em borda de porta
Neoprene aplicado em ambas as portas

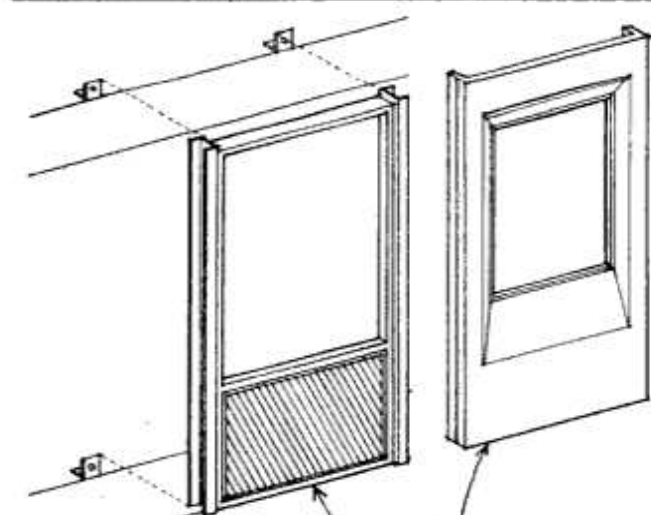
TIRAS DE VEDAÇÃO CONTRA AS INTEMPÉRIES EM ENCONTRO DE MONTANTE

Gaxeta de vedação de vinil
Gaxeta de neoprene
Placa metálica com vedação de borracha fixada na base da porta

Max. de 1/2" para acesso de deficientes físicos

Tira de encosto
Gancho J encaixável
Elemento de vinil

TIRAS DE VEDAÇÃO CONTRA INTEMPÉRIES PARA VEDANTES DE SOLEIRAS DE PORTAS

Paredes-cortina podem, em primeiro lugar, ser classificadas de acordo com o seu método de montagem.

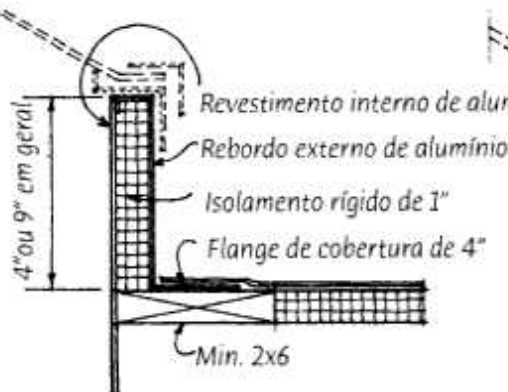
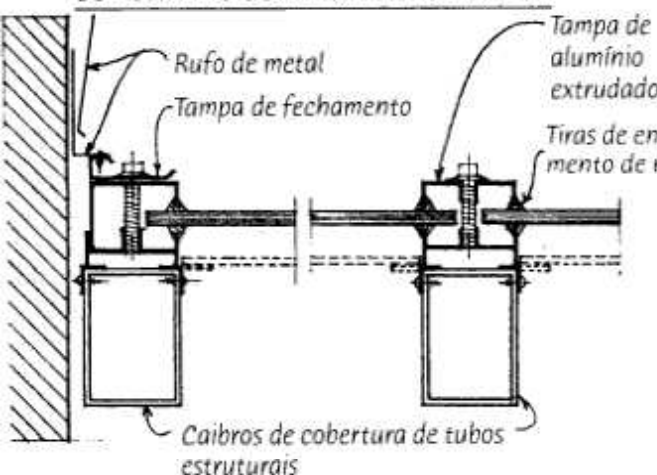
○ SISTEMA DE PARTES UNITÁRIAS

O sistema de partes unitárias é montado peça por peça. Ele oferece custos relativamente baixos de transporte e manuseio e pode ser ajustado mais rapidamente que os outros sistemas às condições do local.

○ SISTEMA DE PAINEL E MONTANTE

Neste sistema, os montantes são instalados primeiro. Elementos de painel pré-montados são, então, encaixados atrás dos montantes. Os painéis podem ser da altura de um andar, pré-envidraçados ou não. Podem ser painéis separados de vidros e fechamento opaco. O volume de transporte é maior se comparado com o do sistema acima, mas exige menos trabalho de campo e tempo de execução.

○ SISTEMA DE PAINEL

Os sistemas de painel consistem inteiramente de grandes painéis de parede que podem ser painéis estruturados pré-montados ou painéis homogêneos. Os painéis podem ter 1, 2 ou 3 andares de altura e podem ser pré-envidraçados ou envidraçados após a instalação. Os sistemas de painel oferecem uma montagem em fábrica controlada e rápida execução, mas são volumosos para transportar e manusear.

Os sistemas de cortina também podem ser:

- Projetados especificamente para um projeto.
- Montado com peças e detalhes que são padronizados pelo fabricante.
- Composto de painéis de chapas de metal pré-dobradas geralmente para edificações do tipo industrial.

Revestimento interno de alumínio
Rebordo externo de alumínio
Isolamento rígido de 1"
Flange de cobertura de 4"
4" ou 9" em geral
Min. 2x6
Alumínio
TIPOS DE REBORDOS
Min. 3" se for usada tira de canto
Rebordo de 2x tratado
Min. 4"
Acabamento interno
Madeira
Placa 2x tratada
Tira de canto
Min. 4"
Concreto
Envidraçamento duplo
Junta de vedação de neoprene ou vinil
Perfil de arremate de alumínio extrudado
Parafusos de aço inoxidável
Furos para drenagem
Espaço de 3/4" para rufo de metal
Perfil de rebordo de alumínio extrudado com calha para vapor condensado
Selante
Parafuso de aço inoxidável
DETALHE DE REBORDO TÍPICO
Rufo de metal
Canaleta de fechamento
Caibro de cobertura
Placa contínua de cumeeira
CUMEEIRA DE COBERTURA DE UMA ÁGUA
Rufo de metal
Tampa de fechamento
Tampa de alumínio extrudado
Tiras de envidraçamento de neoprene
Caibros de cobertura de tubos estruturais
PAREDE DE EXTREMIDADE E CAIBRO DE COBERTURA
Envidraçamento simples ou duplo
Calha para vapor condensado
Selante
Cantoneira de arremate de alumínio extrudado
Tira de neoprene para envidraçamento e blocos de assentamento
Furos de drenagem
Rebordo de alumínio extrudado
Canaleta de fechamento
Rebordo estrutural ou parede
Rufo de metal
PARAPEITO OU BEIRAL

TIPOS DE PAINÉIS DE TELHADOS OU SUBSTRATOS	Consulte o fabricante da cobertura sobre: - Tipos de painéis aprovados, isolamento e fixações - Detalhes de instalação e requisitos de barreira de vapor/ventilação - Classificação da estrutura do telhado em relação ao risco de incêndio segundo o Underwriters' Laboratories (UL).
Painel de aço	Bitola mínima 22; o código pode exigir recobrimento de pranchas de perlita ou gesso
Madeira	Espessura nominal mínima de 1"; de madeira bem seca; juntas em macho e fêmea ou canelura; cobrir os furos dos nós da madeira ou as rachaduras com rufos.
Madeira compensada	Espessura mín. 1/2"; colocar as placas perpendicularmente aos apoios espaçados em até 24" entre eixos; juntas em macho e fêmea ou enchimentos sob as juntas.
Painel de fibra de madeira estrutural	Deve ser denso o suficiente para segurar fixação mecânica.
Concreto moldado no local	Deve ser bem curado, seco, sem congelamento, liso e inclinado para drenagem.
Concreto pré-moldado	Todas as juntas devem ser concretadas; qualquer irregularidade entre os elementos deve ser nivelada com um recobrimento ou preenchimento com respiros.
Concreto leve de isolamento	Deve ser completamente curado e seco ao ar; consulte o fabricante sobre condições de aceitação.

Devido à textura áspera das placas de madeira, uma camada intermediária é colocada entre cada fiada. A camada intermediária, de feltro saturado com asfalto 30 lb., serve como anteparo contra chuva dirigida ou neve.

Cobrimento espaçado

Distância de exposição 2x

3/8 a 5/8

18"

Distanciamento mín. 1 1/2"

Chapa inicial com 36" de largura. Para proteção do beiral aplicar uma camada adicional de feltro saturado de asfalto 30 lb.

Sobre a exposição, ver tabela na página anterior.

Fiada inicial dupla; projetar de 1" a 1 1/2" para formar pingadeira.

Subcamada de feltro 30 lb.

Mínima 11"; sobreposição seções 4"

Vinco central

Vinco de borda de 1/2"

6"

LINHA DE CALHA ABERTA

Calha de alumínio ou ferro galvanizado com 26 ga, no mínimo. Não use cobre com cedro vermelho.

Sobreposição alternada

6"

Dupla fiada inicial

CUMEEIRA SECUNDÁRIA

(cumeeira principal semelhante)

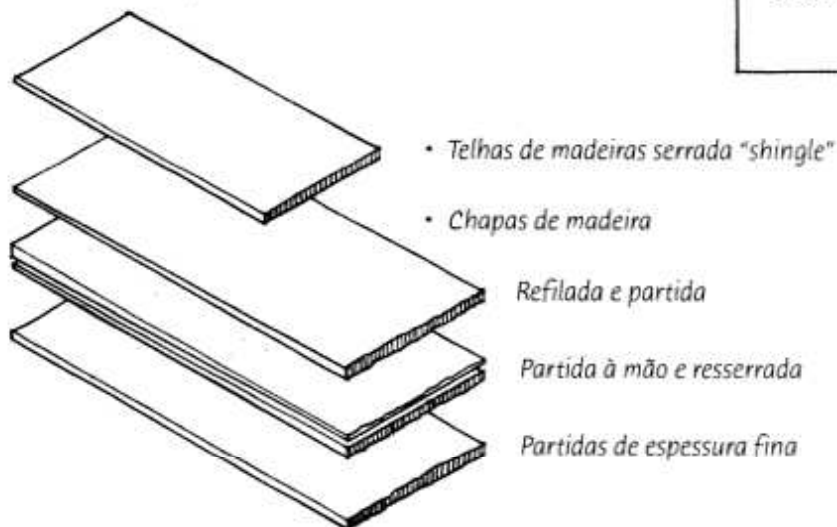
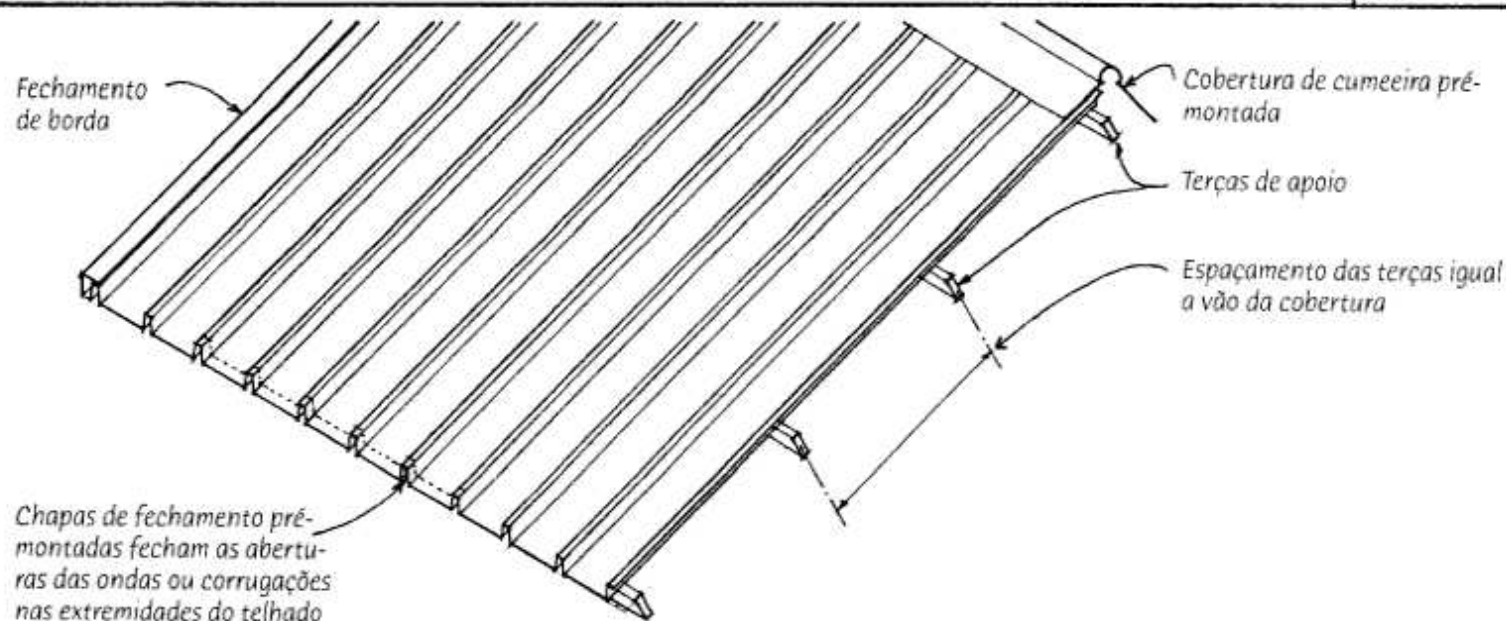
- Usar somente pregos resistentes à corrosão, tais como de aço galvanizado ou alumínio. Os pregos devem ser pregados até ficar rente às placas, e não abaixo.

4:12

3:12 com cobrimento maciço

Inclinação mínima recomendada

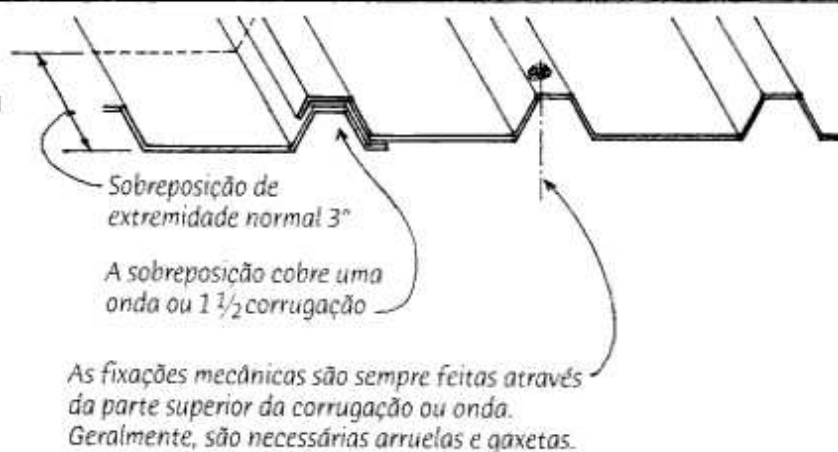
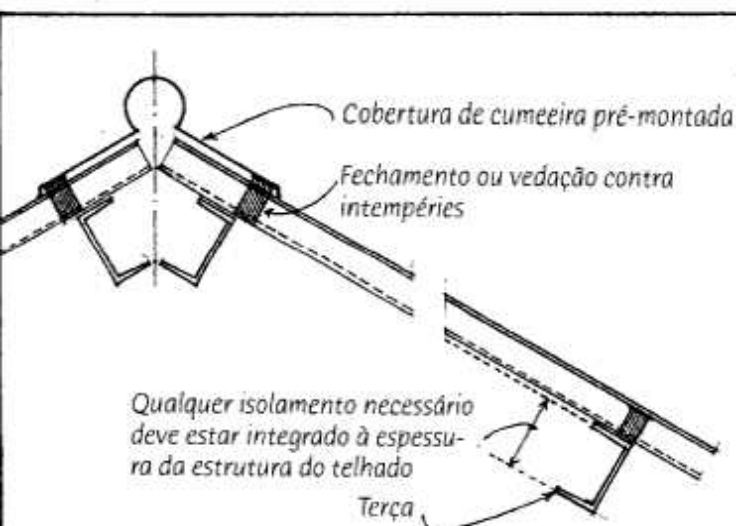
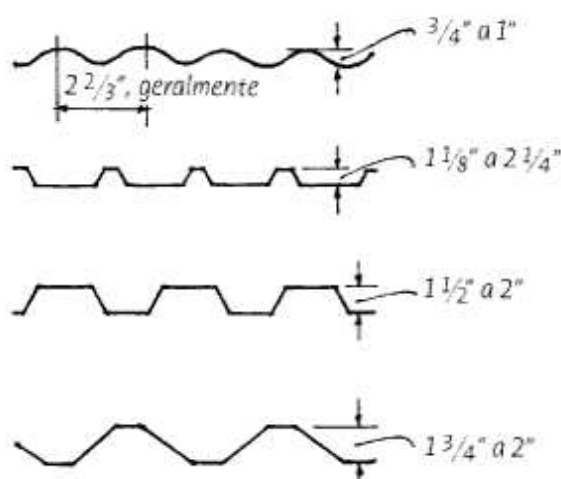
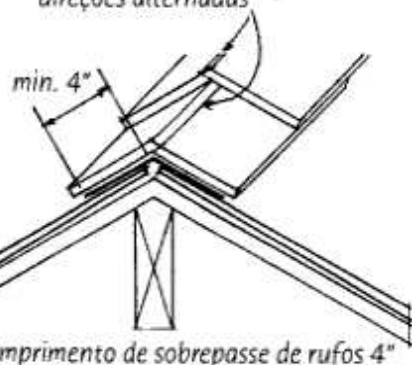
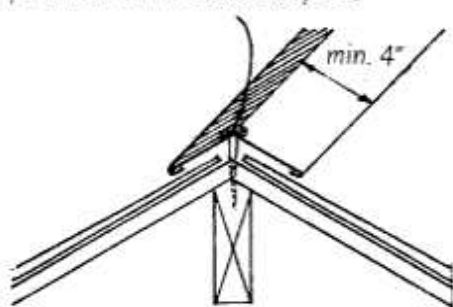
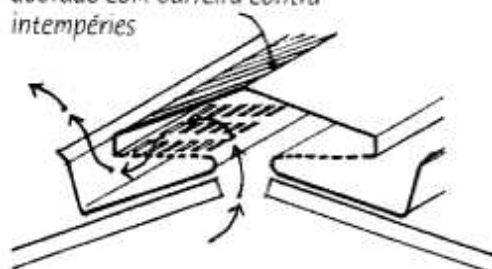
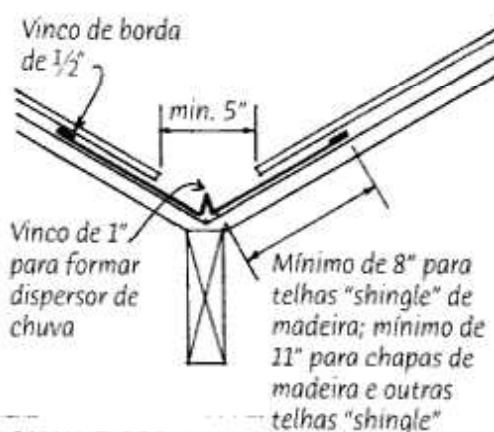
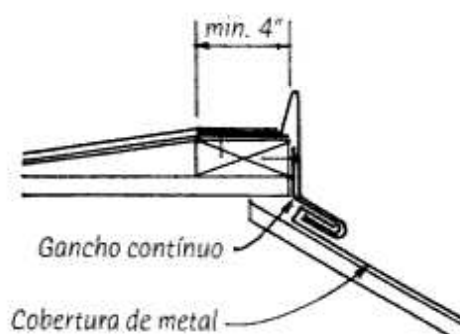
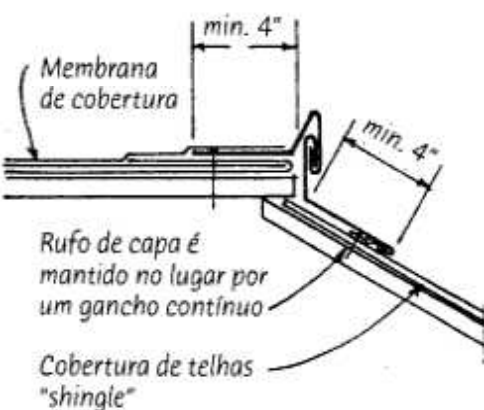
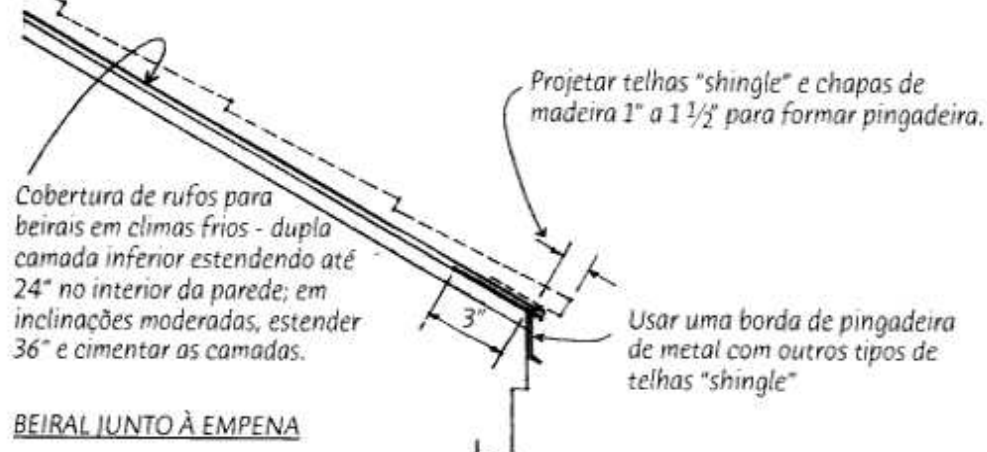
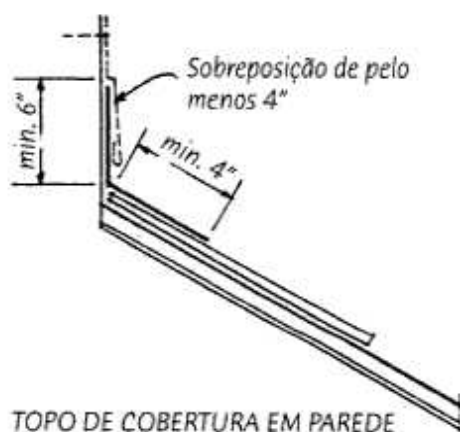
Enquanto que as telhas "shingle" de madeira são serradas, as chapas de madeiras são lavradas ou partidas, resultando em pelo menos uma face fortemente texturizada. As chapas são normalmente 100% madeira de cerne e disponíveis em comprimentos de 18" e 24". Chapas retas e afiladas partidas à mão, têm 100% de alburno, enquanto que as placas partidas e resserradas tem pelo menos 90% de alburno.

Telhas "shingle" e chapas de madeira são inflamáveis a menos que sejam quimicamente tratadas para receber uma classificação UL classe C. Uma classificação classe B é possível se as telhas ou chapas classe C forem usadas sobre um painel maciço de telhado de compensado de 5/8" (com cola externa). Deve ser usado feltro de asbestos para subcamada e camada intermediária necessárias.

Painéis de cobertura de telhados corrugados ou em ondas são autoportantes e se apóiam sobre vigas ou terças correndo transversalmente à inclinação. Os painéis de cobertura podem ser de:

- Alumínio usinado natural ou esmaltado
- Aço galvanizado
- Cimento amianto
- Fibra de vidro ou plástico reforçado
- Vidro corrugado estrutural

Consultar o fabricante sobre especificações do material, tamanho e pesos dos painéis, acabamentos, vãos admissíveis e detalhes de instalação.

Inclinação mínima 3:12

São disponíveis muitos padrões de corrugações e ondas

As dimensões apresentadas são as mínimas. As condições do clima e a inclinação do telhado podem recomendar sobreposições maiores.

.22 RESISTÊNCIA TÉRMICA DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Material		1/K	1/C
MADEIRA	Madeiras duras	0,91	
	Madeiras macias	1,25	
	Madeira compensada	1,25	
	Chapa de aglomerado, $^{5}/_{8}$"		0,82
	Chapa de fibra de madeira	2,00	
ELEMENTOS DE ALVENARIA	Tijolo comum	0,20	
	Tijolo aparente	0,11	
	Bloco de concreto, 8",		
	Agregado de brita e areia		1,11
	Agregado leve		2,00
	Granito e mármore	0,05	
	Arenito	0,08	
MATERIAIS DE CONCRETO E ALVENARIA	Concreto,		
	Agregado de brita e areia	0,08	
	Agregado leve	0,60	
	Argamassa de cimento	0,20	
	Estuque	0,20	
COBERTURA	Cobertura composta		0,33
	Telhas "shingle" de fibra de vidro		0,44
	Cobertura de chapas de madeira		0,05
	Telhas "shingle" de madeira		0,94
REVESTIMENTO DE PAREDE EXTERNO	Revestimento de alumínio		0,61
	Revestimento de telhas shingle de madeira		0,87
	Revestimento de madeira superpostas		0,81
	Revestimento de vinil		1,00
PAPEL DE CONSTRUÇÃO	Feltro permeável ao vapor		0,06
	Película de polietileno		-0-
PORTAS	Aço, recheio de poliestireno		2,13
	Aço, recheio de uretano		5,56
	Madeira oca, 1 $^{3}/_{4}$"		2,04
	Madeira maciça, 1 $^{3}/_{4}$"		3,13
REBOCO & GESSO	Reboco de cimento, agregado de areia	0,20	
	Argamassa de gesso, agregado leve	0,67	
	Chapa de gesso, $^{1}/_{2}$"		0,45
PISOS	Carpete & Feltro		1,50
	Madeira dura $^{25}/_{32}$"		0,71
	Terrazzo		0,08
	Placas de vinil		0,05

A tabela acima pode ser usada para estimar a resistência térmica de um elemento de construção.
Para valores R específicos de materiais e componentes de edificações, tais como janelas, consulte o fabricante.

Material		1/K	1/
METAL	Alumínio	0,0007	
	Latão	0,0010	
	Cobre	0,0004	
	Chumbo	0,0041	
	Aço	0,0032	
VIDRO	Simples, claro, $^{1}/_{4}$"		0,8
	Duplo, claro, vazio de $^{3}/_{16}$"		1,6
	vazio de $^{1}/_{4}$"		1,7
	vazio de $^{1}/_{2}$"		2,0
	Duplo, azul/claro		2,2
	Cinza/ claro		2,4
	Verde/claro		2,5
	Duplo, claro, com recobrimento de baixa emitância		3,2
	Triplo, claro		2,5
	bloco de vidro, 4"		1,7
ESPAÇO DE AR	$^{3}/_{4}$", não-reflexivo		1,0
	$^{3}/_{4}$" reflexivo		3,4

1/K = (R) por polegada de espessura
1/C = (R) para espessura indicada

(R) é uma medida da resistência de um material ao fluxo de calor. Ele é expresso como a diferença de temperatura necessária para produzir um fluxo de calor através de uma unidade de área de material à razão de uma unidade de calor por hora. (F °/Btu/hr · ft²)

(R_t) é a resistência térmica total para um elemento construído, e é simplesmente a soma dos valores R dos materiais componentes da construção.

(U) é o coeficiente geral da transferência de calor, que express[a] a razão da transferência de calor através de uma unidade de área de um componente da edificação, causada por um[a] diferença de um grau entre as temperaturas do ar dos dois lados do componente. O valor U para um componente ou elemento construído é o inverso do seu valor R. ($U=1/R_t$)

(Q) é a razão do fluxo de calor através de um elemento de construção, e é igual a:

$U \times A \times (t_i - t_o)$, onde

U = coeficiente geral do elemento
A = área exposta do elemento
$(t_i - t_o)$ é diferença entre a temperatura do ar interna e externa.

JUNTA DE DILATAÇÃO EM ENCONTRO DE PAREDE E COBERTURA.

JUNTAS DE DILATAÇÃO DE COBERTURAS PLANAS

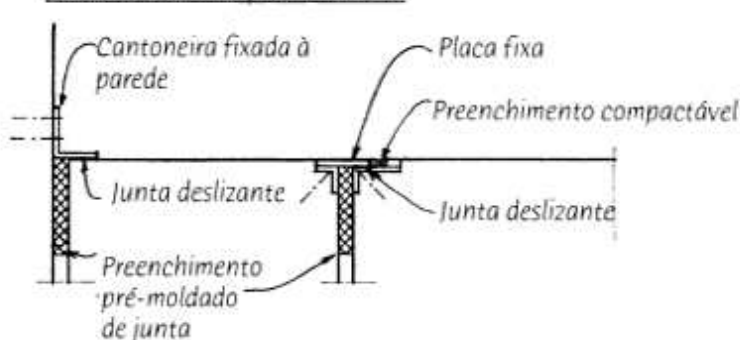
PAREDE DE FUNDAÇÃO DE CONCRETO

Estes detalhes de juntas de dilatação, embora de natureza genérica, têm os seguintes elementos em comum:

- Uma junta .... Uma desvinculação completa da estrutura, geralmente preenchida com um material compressível.
- Uma vedação antiintempéries, que pode ser na forma de:
  - Um vedante elástico de junta (ver 8.30)
  - Um retentor de água flexível embutido dentro da construção
  - Uma membrana flexível sobre juntas de coberturas planas

(Ver 5.23 para mais juntas de dilatação para alvenaria.)

PAREDE DE ALVENARIA DUPLA

JUNTA DE DILATAÇÃO EM PILAR

As coberturas de juntas de dilatação são usadas para ocultar as juntas nas superfícies internas de pisos, paredes e tetos. Elas geralmente consistem de uma placa rígida fixada de um lado da junta com uma junta deslizante sobreposta do outro lado.

COBERTURAS DE JUNTAS DE DILATAÇÃO

9.4 DIMENSÕES DE ESPELHOS E DEGRAUS DE ESCADA

R = 13 1/2
R = 12 3/4 T = 3"
R = Espelho
T = Degrau
Mínimo 6" para a ponta dos pés
ESCADAS DE MÃO
ESCADAS SEM ESPELHOS
Para residências: R = máximo 8"; T = mínimo 9"
Para uso geral: R = máximo 7 1/2"; T = mínimo 10"
ESCADAS
Altura mín. do espelho = 5"
RAMPAS
Máximo 1:8
1:12 para deficientes e saídas de emergência

DIMENSÕES DO ESPELHO E DEGRAU*

Espelho em polegadas - (mm)	Degrau em polegadas - (mm)	
5 (127)	15 (381)	← Espelho mínimo. =
5 1/4 (133)	14 1/2 (368)	
5 1/2 (140)	14 (356)	
5 3/4 (146)	13 1/2 (342)	
6 (152)	13 (330)	
6 1/4 (159)	12 1/2 (318)	
6 1/2 (165)	12 (305)	
6 3/4 (172)	11 1/2 (292)	
7 (178)	11 (279)	
7 1/4 (184)	10 1/2 (267)	
7 1/2 (191)	10 (254)	←Espelho máximo = 7
7 3/4 (197) 8 (203)	9 1/2 (241) 9 (229)	Para escadas residenci

*Consulte o código aplicável para verificar as diretrizes dimensionais delineadas nesta e na página seguinte.

A altura e o comprimento dos degraus devem ser proporcionais para acomodar o movimento do nosso corpo. Sua inclinação, se acentuada, pode tornar a subida cansativa e intimidante, e pode tornar a descida precária. Se a inclinação de uma escada é suave, seus degraus devem ter a profundidade necessária para acomodar nossa passada.

Os códigos de obras regulamentam a altura e extensões mínimas e máximas dos degraus. Alguns códigos especificam uma altura máxima de 7 1/2" e um comprimento mínimo de 10"; outros limitam a altura a 7" e exigem um comprimento mínimo de 11". Para escadas residenciais são permitidos comumente degraus com 8" de altura e 9" de comprimento.

Para conforto, a altura e o comprimento dos degraus podem ser proporcionados de acordo com a seguinte fórmula:

(2x altura do degrau) + comprimento do degrau = 24 a 25 (polegadas)

As escadas externas não são tão inclinadas como as escadas internas, especialmente onde existem condições perigosas, tais como neve e gelo. Portanto, a fórmula de proporção pode ser ajustada para totalizar uma soma de 26.

Por segurança, a altura de todos os degraus em um lance de escada deve ser a mesma e o comprimento deles deve ser igual. Os códigos de obras limitam a variação admissível na altura ou no comprimento do degrau 1 a 3/16".

As dimensões usadas para um conjunto de escadas são determinadas dividindo-se o desnível total (altura de piso para piso) pela altura desejada do degrau. O resultado é arredondado para se chegar à um número inteiro de degraus. O desnível total é dividido por este número inteiro para se chegar à altura real do degrau.

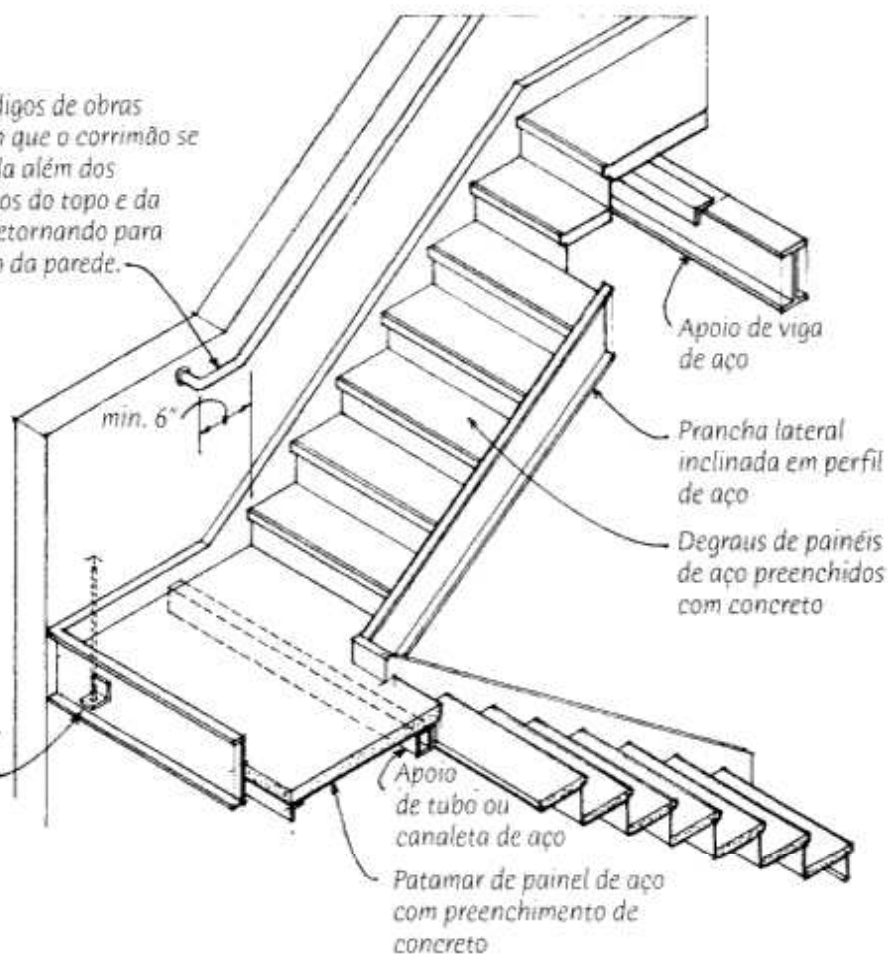
A altura do degrau deve ser comparada com a altura máxima de degrau permitida pelo código de obra. Se necessário, o número de degraus pode ser aumentado de um e a altura real do degrau recalculada.

Uma vez fixada a altura real, o comprimento do degrau pode ser determinado pela fórmula que estabelece a proporção altura: comprimento.

Uma vez que em qualquer lance de escada existe sempre um degrau a menos que o número de elevações, o número total de degraus e o comprimento total do lance podem ser facilmente determinados.

As escadas de aço são semelhantes na forma a escadas de madeira

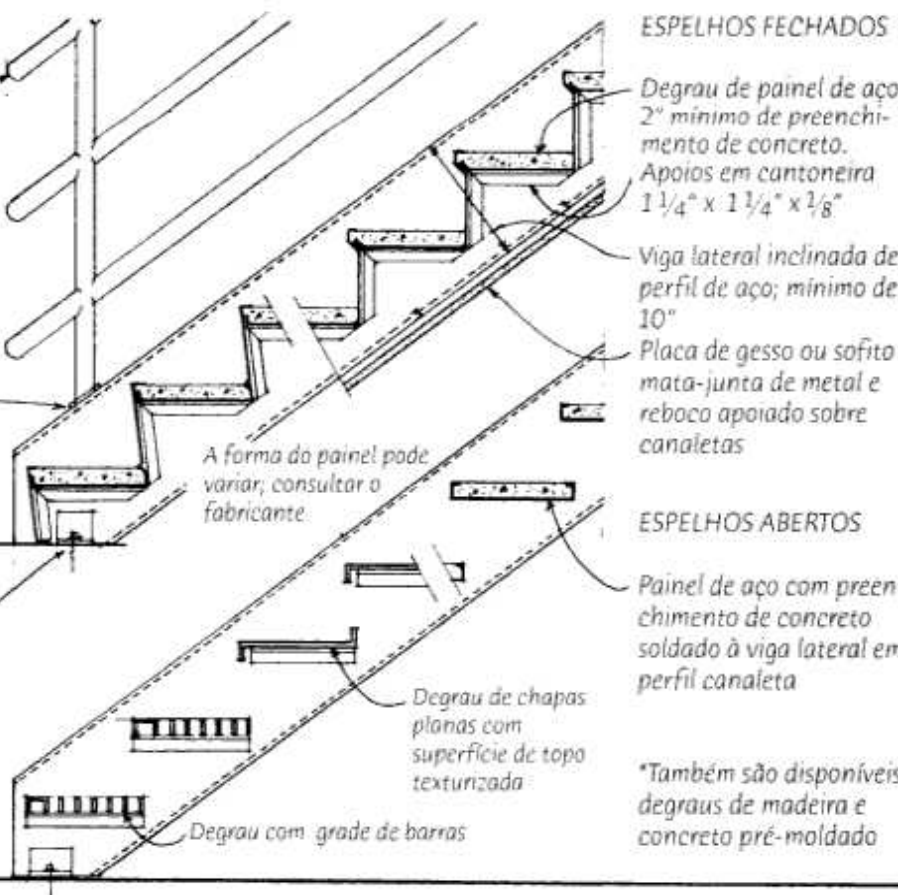
- Perfis e canaletas de aço servem como vigas laterais inclinadas
- Os degraus da escada cobrem a distância entre as vigas inclinadas; elas são geralmente da forma de painéis de aço preenchidos com concreto.
- Degraus de aço também podem consistir de malha de barras ou chapas planas com uma superfície superior texturizada; estes tipos de degraus são usados em escadas de serviço.
- São disponíveis escadas de aço pré-calculadas e pré-fabricadas

Perfil de apoio em canaleta de aço para patamar pode ser suspenso com barras rosqueadas da estrutura do piso superior ou apoiar-se diretamente na alvenaria.

Corrimão de tubo de metal manufaturado; diâmetro mínimo de 1 1/4"

O corrimão também pode ser suportado por balaustres de metal com 4" a 6" de eixo a eixo e soldados ao topo da canaleta inclinada

Solda feita no local

Cantoneira com parafuso de ancoragem para fixar cada prancha inclinada no piso.

A forma do painel pode variar; consultar o fabricante

ESPELHOS FECHADOS

Degrau de painel de aço 2" mínimo de preenchimento de concreto. Apoios em cantoneira 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8"

Viga lateral inclinada de perfil de aço; mínimo de 10"

Placa de gesso ou sofito mata-junta de metal e reboco apoiado sobre canaletas

ESPELHOS ABERTOS

Painel de aço com preenchimento de concreto soldado à viga lateral em perfil canaleta

Degrau de chapas planas com superfície de topo texturizada

Degrau com grade de barras

*Também são disponíveis degraus de madeira e concreto pré-moldado

Elevadores são meios diretos de deslocamento vertical para ocupantes de um edifício, equipamentos e suprimentos. O tipo, o tamanho, o número e o arranjo dos elevadores necessários são determinados por:

- Tipo de ocupação
- Volume e freqüência do tráfego a ser transportado
- Distância total do trajeto vertical
- Tempo médio de ida e volta e velocidade desejada do eleva

Min. 7'- 6"
Viga de içamento
Sala de máquinas na cobertura
Viga da máquina suporta todo o sistema de elevador
16' a 20'
Piso superior
Altura de portas: 7' e 8'
Distância de trajeto vertical
Trilhos de guia com fixações de apoio em cada piso
Contrapeso
Piso inferior
5' a 11'- 6"
Poço do elevador

Trilho de guia
12'- 0"
Piso superior
Pistão hidráulico
A sala de máquinas está localizada na parada mais baixa ou próximo a ela
Distância de trajeto máxima 70'
Piso inferior
4'-6"
Poço do elevador
A profundidade do poço do cilindro do pistão é igual a altura do percurso do elevador.

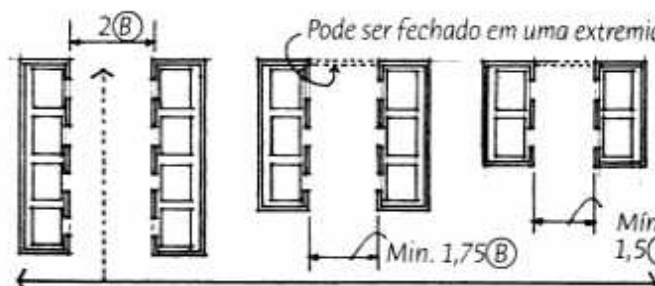
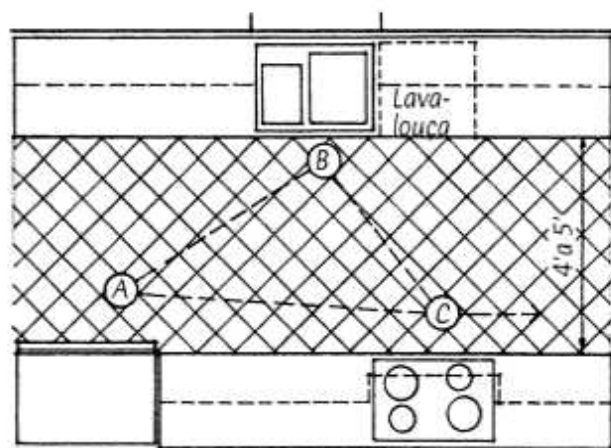
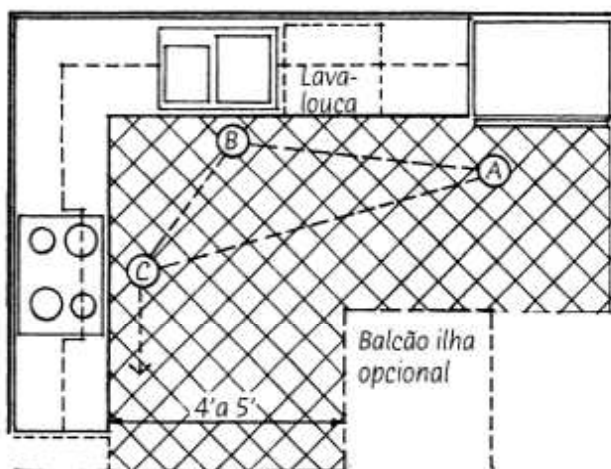
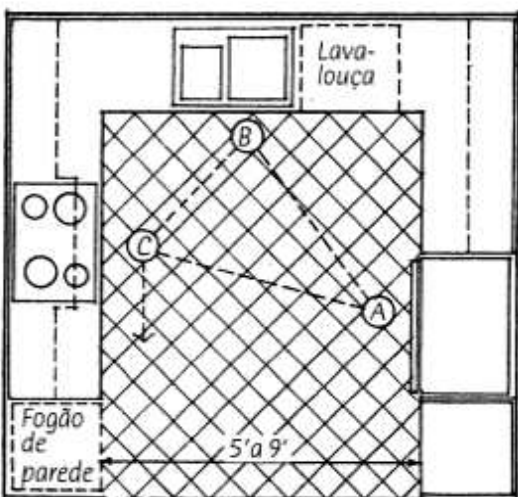
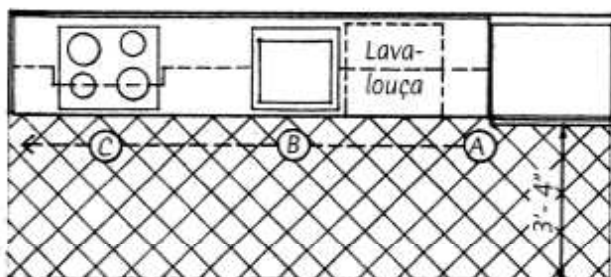
ELEVADORES ELÉTRICOS

Elevadores movidos à eletricidade exigem uma cobertura para acomodar o equipamento de controle e de içamento. Elevadores com tração por caixa de câmbio são capazes de velocidades até 350 pés por minuto e são adequados para edifícios de altura média. Elevadores sem caixa de câmbio estão disponíveis com velocidades de até 1.200 pés por minuto e geralmente servem para edifícios muito altos.

ELEVADORES HIDRAÚLICOS

Um elevador hidráulico usa um pistão hidráulico para ergu e abaixar a cabine do elevador. Ele não requer uma cobertu ra, mas sua velocidade mais baixa e o comprimento do pistã limitam o seu uso a edifícios de até seis andares de altura.

- Estas diretrizes são somente para planejamento preliminar. Consultar o código local e o fabricante do elevador sobre os requisitos de tamanho e estrutura, proteção contra o fogo, ventilação e isolamento acústico para o poço de elevador.

Carga permitida	A	B
2500 lbs	6'- 8" a 7'- 0	4'- 2" a 5'- 0
3000 lbs	6'- 8" a 7'- 0	4'- 8" a 5'- 6"
3500 lbs	6'- 8" a 7'- 0	5'- 6" a 6'- 2"

Os blocos de elevadores são normalmente colocados fora d caminho de circulação principal.

PAREDES PARALELAS

FORMATO EM L

FORMATO EM U

PAREDE ÚNICA

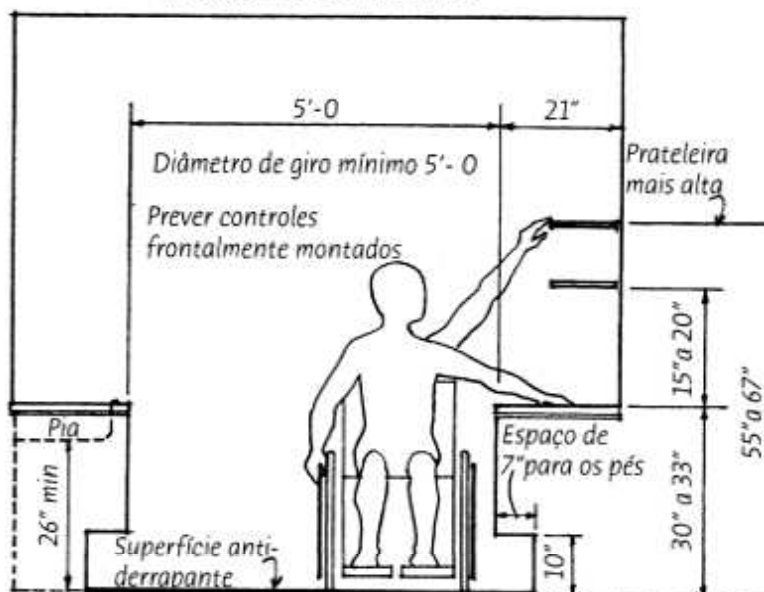
Estas plantas ilustram os leiautes básicos de cozinhas. Elas podem ser prontamente adaptadas a várias situações estruturais ou espaciais, sendo todos baseados em um triângulo de trabalho que conecta os três principais centros da cozinha:

Ⓐ Centro do refrigerador para recepção e preparação de alimentos
Ⓑ Centro das pias para preparação de alimentos e limpeza geral
Ⓒ Centro do fogão de cozinha, para cozinhar e servir

A soma dos lados do triângulo não deve ser maior que 22' nem menor que 12'.

Outros fatores a serem considerados no leiaute de uma cozinha incluem:

- *O tipo e tamanho de móveis e eletrodomésticos a serem usados*
- *A quantidade de superfície de trabalho e o volume de armazenagem requerido*
- *O grau de fechamento imaginado para o espaço*
- *Requisitos de iluminação natural, vistas e ventilação*
- *O tipo e grau de acesso desejado*
- *A integração dos sistemas elétrico, hidráulico e mecânico*

ACESSO PARA DEFICIENTES

Banheiros exigem ventilação natural ou mecânica.

- *Janelas móveis ou zenitais fornecem ventilação natural.*
- *Exaustores (que podem ser combinados com um aparelho de luminária, um aquecedor com circulação forçada por ventilador ou uma lâmpada de irradiação de calor) devem ser localizados próximos ao chuveiro ou altos em uma parede externa oposta à porta do banheiro.*

- *O ponto de luz acima da banheira ou chuveiro deve ser resistente ao vapor d'água.*

O revestimento da parede da banheira ou chuveiro deve ser resistente à umidade.

Todos os acabamentos devem ser duráveis, higiênicos e fáceis de limpar, e o piso deve ter uma superfície não derrapante.

É sempre desejável iluminação natural.

Um único ponto de luz superior no teto não é aceitável. É necessária iluminação auxiliar sobre a banheira ou chuveiro, sobre o lavatório e o balcão de toucador e sobre quaisquer espaços do toalete compartimentados.

As paredes de tubulações devem ter profundidade suficiente para acomodar a tubulação de água e esgotos necessários e os dutos de ventilação.

Interruptores elétricos e tomadas de conveniência não devem ser acessíveis a partir da banheira ou do chuveiro. Todas as tomadas de conveniência devem ser protegidas por um interruptor de proteção do aterramento (GFI).

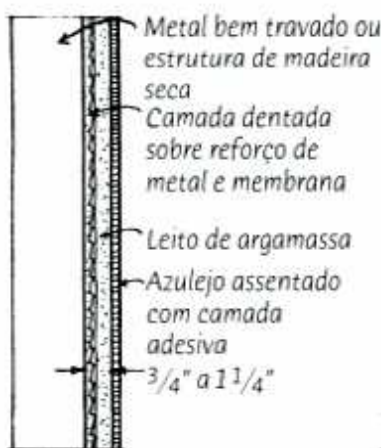
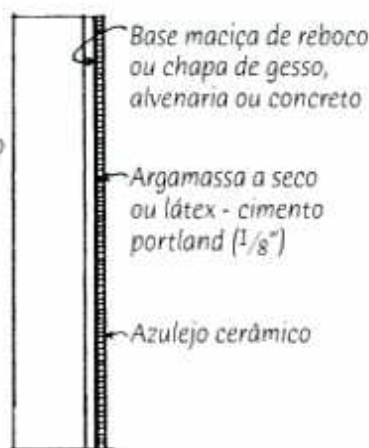
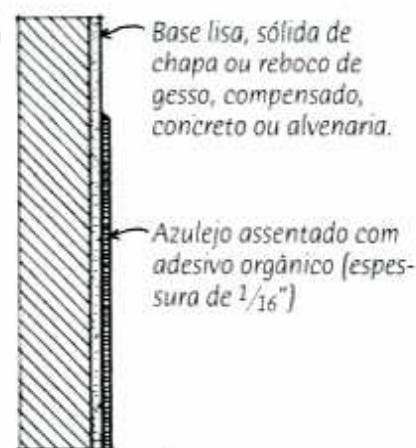
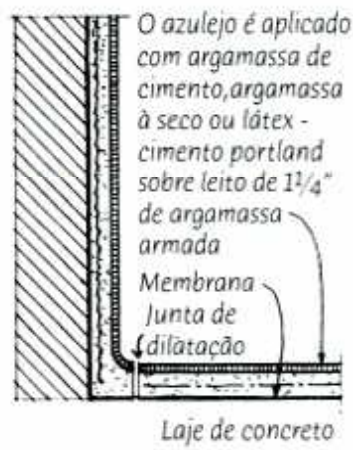
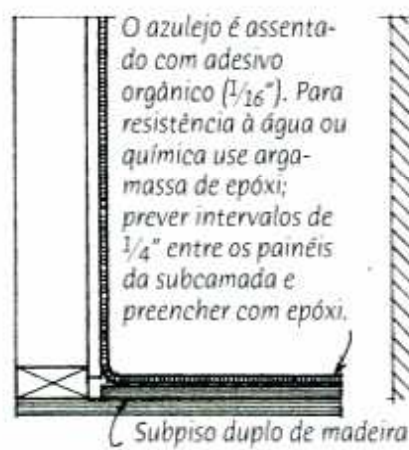
É necessário espaço para acessórios, como armário de remédios, espelho, suporte de toalhas, suportes para papel higiênico e saboneteiras.

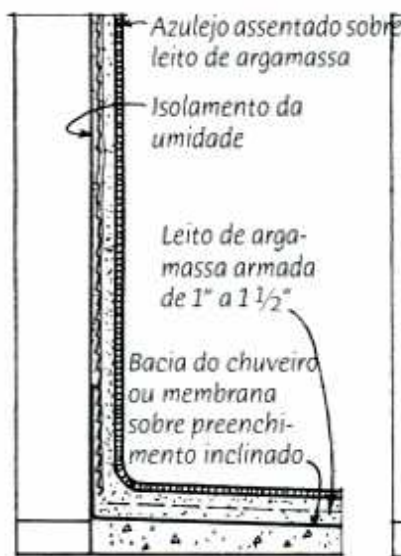
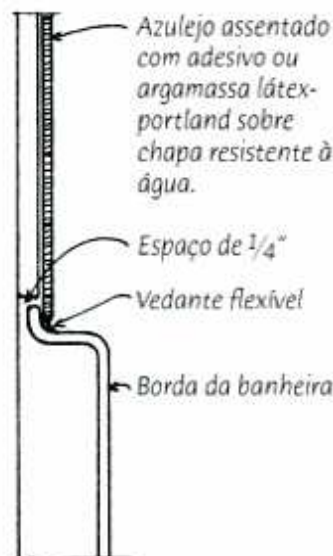
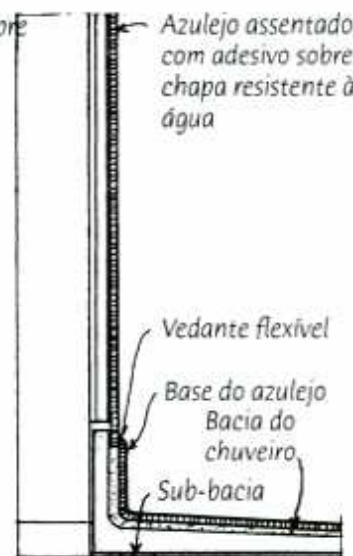
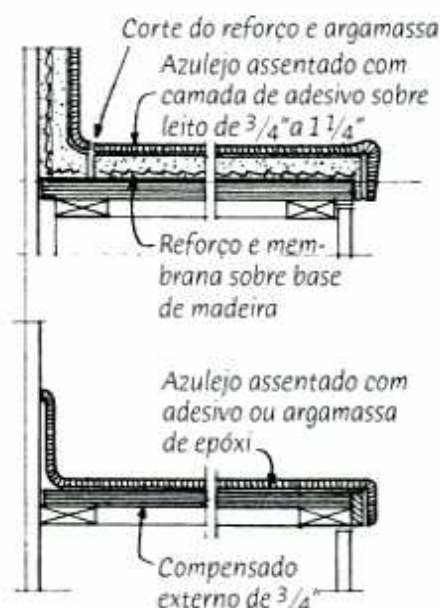
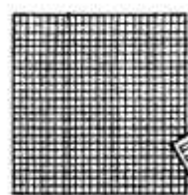
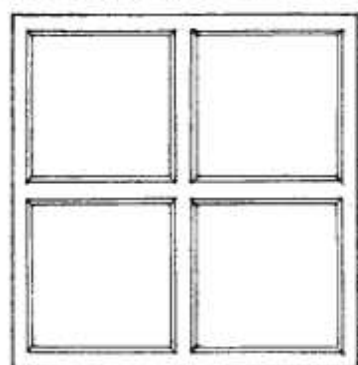
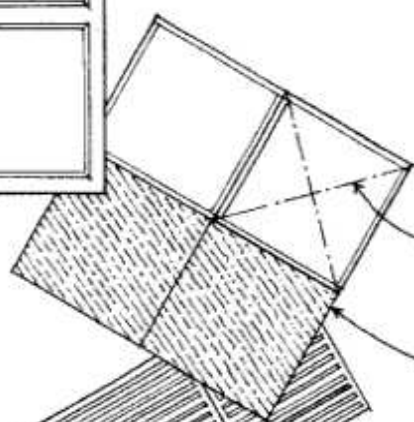
É necessário espaço de armazenamento para toalhas, roupas de cama e suprimentos.

DETALHES TÍPICOS DE REBOCO

A chapa de gesso consiste de um núcleo de gesso com superfície e bordas para atender a requisitos específicos de desempenho, localização, aplicação e aparência. Apresenta boa resistência ao fogo e estabilidade dimensional. Além disso, o tamanho de chapa, relativamente grande, torna o material econômico para instalação. A chapa de parede de gesso é freqüentemente chamada de parede seca por causa do baixo conteúdo de umidade e por que pouca ou nenhuma água é usada na sua aplicação a paredes ou tetos internos.

A chapa de gesso pode ter diferentes condições de borda. Chapas de base ou intermediárias em uma construção multicamadas podem ter bordas quadradas ou macho e fêmea. Chapas pré-acabadas podem ter bordas quadradas ou chanfradas. Contudo, a chapa de gesso mais freqüentemente usada tem borda afilada. A borda afilada permite às juntas serem cobertas com fita e preenchidas para produzir emendas fortes e invisíveis. Assim, a chapa de gesso pode formar superfícies lisas, que são monolíticas em aparência, e que podem ser acabadas com pintura ou aplicação de cobertura de papel, vinil ou tecido para paredes.

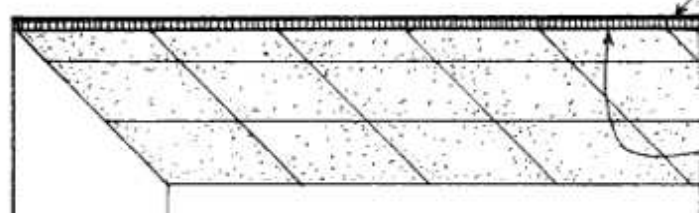
TIPO E BORDA	ESPESSURA	TAMANHO	USO OU DESCRIÇÃO
Chapa de parede regular; borda afilada	1/4", 3/8", 1/2", 5/8"	4' de largura; 8' a 16' de compr.	Chapas de 1/4" são usadas como camada base em paredes de isolamento acústico; chapas de 3/8" são usadas em execução de multicamadas e para projetos de remodelação; chapas de 1/2" e 5/8" são usadas em execução de camada única.
Chapa de núcleo; borda quadrada ou macho e fêmea	1"	2' de largura; 4' a 16' de compr.	Usada para fechar poços de elevador, escadas, valas de equipamentos mecânicos e em paredes de gesso maciças.
Chapa sobre lâmina; borda quadrada ou afilada	3/8", 1/2", 5/8"	4' de largura; 8' a 16' de compr.	A cobertura posterior de foil de alumínio serve como barreira antivapor e, se faceando um espaço de ar perdido min. de 3/4", como isolamento refletor
Chapa resistente à água; borda afilada	1/2", 5/8"	4' de largura; 8' a 12' de compr.	Usada como uma base para azulejos/lajotas de cerâmicas ou outros materiais não-absorventes em áreas de grande umidade.
Chapa tipo X; borda afilada ou arredondada	1/2", 5/8"	4' de largura; 8' a 16' de compr.	O núcleo tem fibras de vidro e outros aditivos para aumentar sua resistência ao fogo; disponível com lâmina foil no verso.
Chapa pré-acabada; borda quadrada	5/16"	4' de largura; 8' de compr.	Superfície em vinil ou papel em várias cores, padrões e texturas.
Chapa de apoio; borda quadrada ou macho e femêa	3/8", 1/2", 5/8"	4' de largura; 8' de compr.	Usada como a base em sistemas de camadas múltiplas; disponível com núcleos regulares ou tipo X, ou com foil no verso.
Revestimento; borda quadrada ou macho e fêmea	1/2", 5/8"	2' ou 4' de largura; 8' a 10' de compr.	Usado como revestimento para paredes externas de montantes de madeira ou metal; disponível com núcleo regular ou tipo X.

Método do Leito de Argamassa | Método do Leito de Argamassa | Aplicação de Argamassa Fina | Adesivo Orgânico

APLICAÇÕES EM PAREDES INTERNAS

Método do Leito de Argamassa | Método do Leito de Argamassa | Adesivo Orgânico | Aplicação de Argamassa Fina

APLICAÇÕES EM PISOS INTERNOS

AZULEJOS CERÂMICOS EM BOX COM CHUVEIRO | FECHAMENTO DE BANHEIRA COM AZULEJO | TAMPOS DO BALCÃO DE AZULEJOS

Placas acústicas para tetos são geralmente de fibra de vidro ou mineral não-combustível. Estas unidades modulares têm faces perfuradas, padronizadas, texturizadas ou fissuradas que permitem ao som penetrar nos vazios entre as fibras. Por causa do seu peso leve e baixa densidade, as placas podem ser facilmente danificadas. Para melhorar sua resistência à umidade, ao impacto e à abrasão, as placas podem ser pintadas na fábrica ou ter faces cerâmicas, plásticas ou de alumínio.

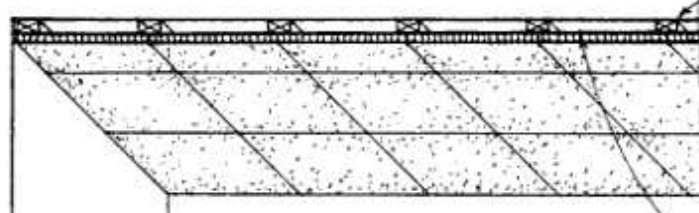
Placas acústicas para tetos são manufaturadas em módulos de 12" x 12", 24" x 24" e 24" x 48". Placas com medidas de 20", 30", 48", e 60" também são disponíveis.

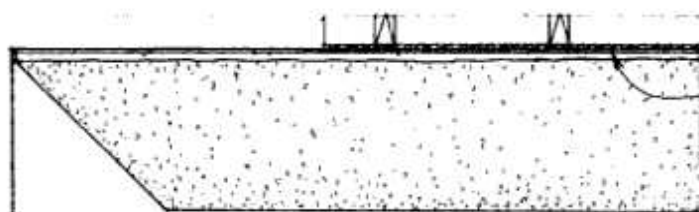
Espessuras típicas da placa: 1/2", 5/8", 3/4". As placas podem ter bordas quadradas, chanfradas, com encaixe, ou machos e fêmeas.

Consulte o fabricante da placa para teto sobre:

- Tamanhos, padrões e acabamentos
- Coeficiente de redução de ruído (NRC)
- Classificação quanto à resistência ao fogo
- Coeficiente de reflexão à luz
- Detalhes sobre o sistema de suspensão.

APLICADA COM ADESIVO

É necessário um fundo maciço, tal como concreto, reboco ou chapas de gesso.

As placas são aplicadas com adesivo especial que permite obter uma superfície plana mesmo onde houver ligeiras irregularidades na superfície de base.

FIXADA AOS ESPAÇADORES

Peças de espaçador 1 x 3 a cada 12" entre eixos são usadas quando a superfície de base não é plana o suficiente ou é inadequada para aplicação das placas do teto com adesivos. Espaçadores transversais também podem ser necessários para estabelecer uma base plana e nivelada.

As placas devem ser aplicadas com um fundo de papel de construção para obter uma superfície de teto vedada ao ar.

APLICADA COM SPRAY

Material acústico de fibras minerais ou de celulose misturadas com um aglutinante especial, pode ser aplicado diretamente com spray sobre superfícies duras, como concreto ou chapas de gesso. O material também pode ser aplicado com spray sobre malha de metal, o que oferece uma melhor absorção do som e permite formas curvas ou irregulares para o teto.

APLICAÇÃO DE TETOS ACÚSTICOS

Peças divisórias com pontas de metal ou plásticos são usadas para:

- localizar o fissuramento e trincas devido à retração
- servir como juntas de execução
- separar as diferentes cores da padronagem de um piso
- funcionar como elementos decorativos

São necessárias juntas de dilatação sobre juntas de isolamento, ou dilatação do subpiso. Elas consistem de um par de tiras divisórias separadas por um material resiliente, como neoprene.

Terrazzo é um recobrimento lixado e polido de concreto que consiste de fragmentos de mármore, ou outro agregado graúdo colorido, imersos em cimento portland ou um aglutinante resinoso. Ele fornece uma superfície de piso densa, extremamente durável e lisa, cujo colorido em manchas é determinado pelo tamanho e cores do agregado e a cor do agente aglutinante.

TERRAZZO MONOLÍTICO

Recobrimento de cimento portland de 5/8" ou mais espesso

Faixas divisórias para terrazzo monolítico

Junta de controle serrada

QUIMICAMENTE ADERENTE

Recobrimento de cimento portland de 5/8" ou mais espesso

Min. 3/4"

Subleito de argamassa

Laje de concreto de acabamento bruto

Tiras divisórias a cada máximo de 6' de centro a centro.

SUBLEITO ADERENTE

Recobrimento de cimento portland de 5/8" ou mais espesso

Min. 2 1/2"

Subleito de argamassa armada

Membrana de isolamento sobre leito de areia de 1/4"

Sub-piso

COLCHÃO DE AREIA NÃO-ADERENTE

ESCADA DE TERRAZZO

Camada de base

Terrazzo de 3/8"

A espessura do subleito pode variar para criar condições de base em sulco, em nível ou em saliência

Faixa divisória

BASE TERRAZZO

PISO DE PEDRA

O piso de pedra pode consistir de arenito, calcário, granito ou mármore polido, ou de placas partidas de ardósia. As placas podem ser aplicadas em padrões regulares ou irregulares. Deve ser considerado o peso da pedra e a carga permanente que ela irá impor sobre a estrutura do piso.

1 1/2" a 2"

Piso de pedra

Leito de argamassa de 3/4"

Ardósia fina pode ser assentada com camada fina de argamassa ou adesivo.

Dificuldade da tarefa		Nível em footcandle (FC)
Informal	(jantar)	20
Comum	(leitura)	50
Moderada	(desenho)	100
Difícil	(costurar)	200
Muito difícil	(cirurgia)	>400

1 footcandle
= 1 lúmen /S.F.
= 10,76 lux

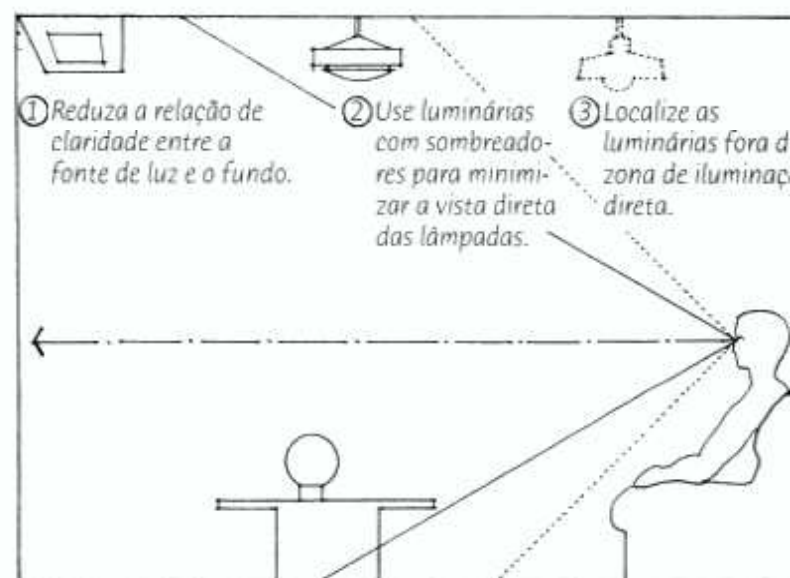
NÍVEIS DE ILUMINAÇÃO RECOMENDÁVEIS

A finalidade primária de um sistema de iluminação é fornecer iluminação suficiente para a execução de tarefas visuais. Para fins de referência, estão listados à esquerda níveis recomendados de iluminação para várias categorias de tarefas. Esses níveis de iluminação especificam somente a quantidade de luz a ser fornecida. A maneira como esta luz é fornecida afeta a percepção de espaço e objetos e é tão importante quanto o nível de iluminação. A qualidade de um sistema de iluminação varia de acordo com as relações entre as claridades no espaço, a difusão da luz e sua cor.

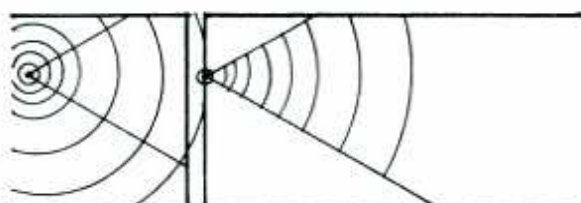
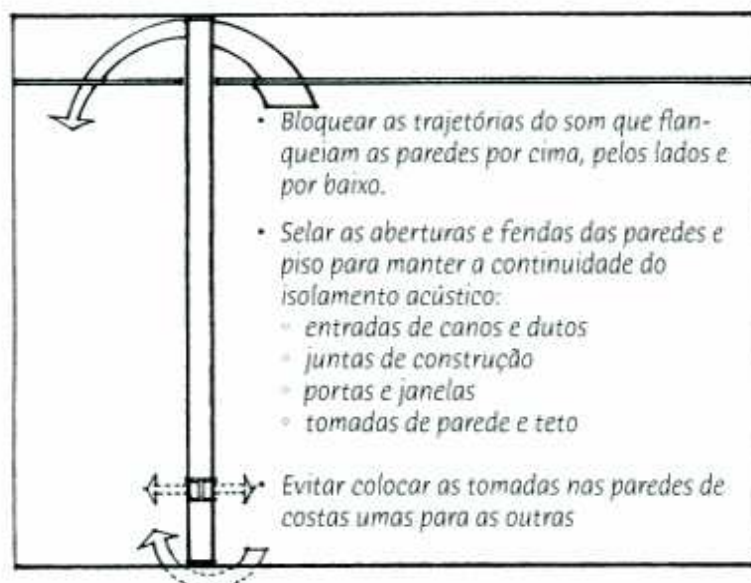
É necessário o contraste entre o objeto visto e seu fundo, para que possam ser vistas sua forma e textura. À medida que o nível de claridade aumenta, a necessidade de contraste diminui. Quando o contraste em claridade se torna excessivo, pode ocorrer ofuscamento e desconforto para a pessoa. Relações de claridade excessivas podem ocorrer entre uma fonte de luz e seu fundo ou entre superfícies adjacentes em um espaço.

A área circundante Ⓒ deveria variar em claridade de 1/5 a 5 vezes a claridade da área de uma tarefa visual Ⓐ.

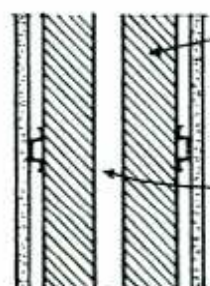
3:1 é a relação máxima recomendada entre a claridade da área de uma tarefa visual Ⓐ e o seu fundo imediatamente próximo Ⓑ.

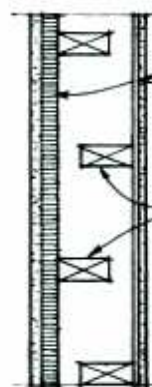
RELAÇÕES ENTRE CLARIDADES

SOLUÇÕES POSSÍVEIS PARA ILUMINAÇÃO DIRETA

A luz difusa emana de fontes de luz amplas ou múltiplas e de superfícies refletoras. Ela produz uma iluminação razoavelmente uniforme com poucas sombras. A luz direcional, por outro lado, produz variações de claridade e sombras que são necessárias para a percepção da forma e textura. Uma mistura de iluminação difusa e direcional é freqüentemente desejável e benéfica, especialmente quando várias tarefas podem ser executadas em uma sala.

A cor percebida de uma superfície é o resultado da sua capacidade de refletir ou absorver a cor da luz que cai sobre ela. A distribuição espectral de uma fonte de luz é importante, pois, se cores de certos comprimentos de onda estão ausentes, então estas cores não podem ser refletidas e parecerão estar faltando em qualquer superfície iluminada por aquela luz.

O isolamento acústico significa aumentar a resistência ao longo da trajetória do som propagado tanto pelo ar como pela estrutura.

- *O nível necessário de redução de ruído de um ambiente para outro depende do nível da fonte sonora e do nível de perturbação pelo som aceitável para o ouvinte.*
- *O nível de som percebido ou aparente em um ambiente depende:*
  - *da perda na transmissão através das paredes, pisos, e tetos*
  - *das qualidades absorventes do ambiente receptor*
  - *do nível do som de fundo ou mascaramento, que aumenta o limiar de audibilidade para outros sons.*

- *Uma parede ou um piso que entram em vibração pelas ondas de energia de uma fonte sonora se tornarão, eles próprios, uma fonte sonora.*
- *A perda de transmissão através de uma parede ou piso depende da freqüência do som, da massa da construção, sua resiliência e área.*

A perda por transmissão do som através de um material aumenta em proporção direta à massa do mesmo.

Espaços de ar aumentam a perda por transmissão

- *Separar a construção em camadas independentes que não transmitem diretamente a energia das vibrações do som ajuda a aumentar a perda por transmissão. Esta separação em camadas pode ser obtida:*

Montando o material de acabamento sobre chapas amortecedoras de som ou sobre canaletas resilientes de espaçamento

Separando uma parede de alvenaria em painéis ou desencontrando os montantes da parede.

STC = 30 a 34

STC = 50 a 54

- *O STC (classe de transmissão de som) é um índice da resistência de uma divisória à passagem do som.*